

# Kompostering af tang og ålegræs

Udarbejdet af Roskilde Universitet



# Kompostering af tang/ålegræs

Med teknologibeskrivelse af ComFerm ApS

Tyge Kjær

Roskilde Universitet

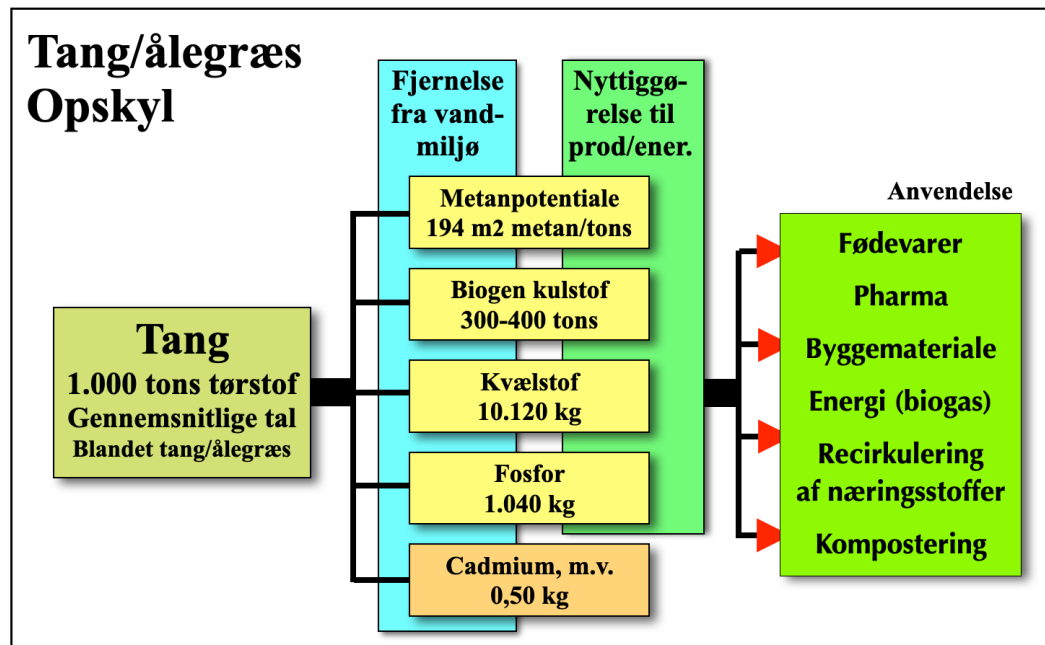
Den 11. januar 2026.

## Introduktion

Formålet med denne rapport er en belysning af muligheder for udvikling af komposteringsanlæg, især rettet mod kompostering af strandopskyl, bestående af tang/ålegræs.

Ved vores kyster er der betydelige mængder af strandopskyl af tang/ålegræs. Det vurderes, at den samlede mængde tang/Ålegræs kan opgøres til knap 1,8 mio. tons i de to nærliggende kystområder Sjælland og Skåne.<sup>1)</sup> Der melder sig ofte to problemstillinger til strandopskyllet. Det *ene tema* er: Hvordan kan tang/ålegræs fjernes fra stranden? Tang/ålegræs er tit til gene for strandgæsterne og er sommetider ildelugtende på grund af nedbrydningen af tangmaterialet. Det *andet tema* er: Hvordan kan tang/ålegræsset anvendes? Fordele og muligheder ved indsamling og anvendelse kan illustreres med Figur 1:

Figur 1. Effekter ved indsamling og anvendelse af 1.000 tons tang/ålegræs, opgjort i tørstof.



Figuren viser, at man med indsamling af tang reducerer belastningen af havmiljøet, især ved at fjerne næringsstofferne (især kvælstof og fosfor). Man kan også opnå klimafor-

<sup>1)</sup> Jvf. *Tang og ålegræs i Øresundsområdet*; Notat 12, Tang/ålegræs, Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 23. september 2025.

dele, hvis indsamlingen sker relativt hurtigt efter opvækst af tang/ålegræs, og hvis den indsamles og håndteres på en sådan måde, at man undgår metandannelsen fra nedbrydningen og udrådningen af tangmaterialet i hav og på strand. Tilsvarende fordele kan også opnås ved en indsamling af det biogene kulstof, som er indeholdt i optaget gennem opvæksten af tang og ålegræs.

Det indsamlede tang/ålegræs kan tilføre yderligere klima-, ressource- og miljømæssige fordele ved at **anvende** det indsamlede materiale. De forskellige anvendelsesmuligheder afhænger af renheden i det indsamlede materiale. Mulighederne kan beskrives således:

- **Tang som fødevarer:** I Øresundsområdet findes der følgende spiselige tangarter: blæretang, savtang, strengetang, havsalat, sukkertang og carragentang (blomkålstang). Forudsætningen er, at de spiselige tangarter skal høstes direkte på vækstområdet for at undgå den sammenblanding og nedbrydning, som finder sted under tangmaterialets vej fra opvækstområdet til kysten som strandopskyl.<sup>2)</sup> Alternative muligheder er dyrkning af de forskellige tangtyper i de såkaldte havhøst-haver (maritime nyttehaver).
- **Tang til pharma:** Der er store forventninger til sundhedsmæssige fordele ved anvendelse af forskellige tangtyper som kosttilskud, funktionelle fødevarer, antiinflammatoriske ekstrakter, hvor især brunalgerne er i fokus, f.eks. brunalgerne blæretang og savtang; men også rødalger (carrageenan). Der har været forsøg i Region Sjælland, som dog ikke har resulteret i udviklede og godkendte produkter til human brug. På det seneste har der været stor opmærksomhed på anvendelse af tang som fodertilskud til kvæg for at reducere metanudledningen fra malkekø. Der er særlig fokus på brunalger (bl.a. blæretang og sukkertang), rødalger og grønalger (søsalat).<sup>3)</sup> Også her er det nødvendigt med høst af specifikke tangtyper førend de forskellige typer sammenblandes og nedbrydes under transport til og opsøl på stranden.
- **Tang/ålegræs til byggemateriale:** Det er typisk ålegræs, som anvendes eller kan anvendes som byggemateriale. Ålegræs kan anvendes til lydabsorberende plader og isoleringsmåtter.<sup>4)</sup> I nogle tilfælde kan ålegræs opsamles i rene fraktioner, som kan anvendes direkte. I de fleste tilfælde er det dog nødvendigt enten gennem forbehandling at frasortere uønskede fraktioner (typisk tang) eller nødvendigt at indsamle ålegræs direkte i nærheden af opvækstområdet.

De ovennævnte anvendelsesformer for tang kræver overvejende rene fraktioner. Hvis det ikke er muligt, må man søge andre anvendelsesmuligheder. I Køge Bugt ser sammensætningen af indsamlet tang/ålegræs således ud: ca. 40% er organisk materiale (tang + ålegræs), sand udgør i alt 40-50% og uorganiske stoffer (askestoffer) udgør 10-20%.<sup>5)</sup>

Tangmaterialet er typisk fordelt med 40% ålegræs og 60% forskellige tangarter. En betydelig del af sandet tilføjes tangmaterialet gennem transporten fra opvækstområdet via havstokken frem til stranden for at ende som strandopskyl. Forbehandling kan i nogle tilfælde reducere sandindholdet, som er den væsentligste hindring for en vidtgående anvendelse.

---

<sup>2)</sup> Se vejledning hos Dansk Tang: <https://www.dansktang.dk/frisk-dansk-tang>.

<sup>3)</sup> Se nærmere om projektet hos Teknologisk om projektet *Algae Based Climate Feed Additive for Methane Reduction in Dairy Cows* (<https://teknologisk.dk>).

<sup>4)</sup> Se f.eks. Bodil Engberg Pallesen (red): *Bærdygtige tangisoleringer fra ålegræs*; Miljøstyrelsen, juni 2018. Se endvidere: *Brugen af ålegræs. Miljøfordele*. Notat 2, Tang/ålegræs, Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 6. februar 2024.

<sup>5)</sup> Sand er et hovedproblem; se: *Fjernelse af sand i tang/ålegræs*. Notat 13, Tang/ålegræs, Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 24. marts 2025. Her belyses en række metoder til reduktion af sandindholdet i indsamlet tang/ålegræs.

delsen af tang/ålegræs materiale. Der er dog to muligheder for at anvende det sammenblandede materiale til biogas og kompostering.

- **Biogasanlæg.** Rent tang har en forholdsvis høj gasprocent; man kan regne med op til 194 m<sup>3</sup> ren metan pr. tons tang (organisk tørstof). Men i praksis må man regne med lavere gasudbytte.<sup>6)</sup> Sandindholdet og nedbrydning af tang/ålegræs inden materialet når kysten, gør tang/ålegræs til et mindre attraktiv råvare til biogas. Men bortset fra det, så betyder anvendelse af tang/ålegræs følgende:

1) **Indsamling:** Reduceret belastning af havmiljøet ved fjernelse af næringsstoffer og reduktion af metandannelse ved at fjerne organisk materiale fra hav/kyst.

2) **Nyttiggørelse:** VE-energiproduktion (biogas), svarende til ca. 2 MWh for de 1.000 tons tørstof af tang/ålegræs, samt recirkulering af næringsstoffer ved anvendelse af den afgassede biomasse, samt anvendelse af CO<sub>2</sub> fra opgraderingsanlægget.

Biogasanlægget repræsenterer således en **dobbelt effekt** ved anvendelse af tang/ålegræs til biogasproduktion.

- **Komposteringsanlæg.** Kompostering af biomasse består i en kontrolleret, biologisk nedbrydning af organisk materiale. Mikroorganismer omdanner eksempelvis tang/ålegræs til muld, næringsstoffer, vanddampe, varme og CO<sub>2</sub>. Ved en velstyret kompostering vil ca. 60% af kulstoffet i biomassen blive frigivet (altså tabt) som CO<sub>2</sub>. Ca. 35% af kulstoffet bliver i komposten, medens en mindre del - ca. 5% - kan ende som udledt metan. Komposteringen betyder følgende:

1) **Indsamling:** Reduceret belastning af havmiljøet ved fjernelse af næringsstoffer og reduktion af metandannelse ved at fjerne organisk materiale fra hav/kyst.

2) **Nyttiggørelse:** recirkulering af næringsstoffer og udviklingen af et næringsrig kompost, som kan anvendes som jordforbedringsmiddel.

Komposteringsanlægget repræsenterer også en **dobbelt effekt** ved, at tang/ålegræs fjernes og komposteringen bidrager til recirkulering af næringsstofferne, som sammen med kulstof giver en næringsrig kompost. Kompostering bidrager ikke med VE-energi.

## Introduktion til komposteringsanlægget - BioCirkulator

Den ovenstående gennemgang af, hvad tang/ålegræs kan anvendes til, kan opfattes som en række anvendelsesorienterede trappetrin: Hvis ikke tang/ålegræs kan anvendes som fødevarer, kan biomassen måske anvendes til pharma. Hvis det ikke er muligt, så kan tang/ålegræs måske anvendes til byggemateriale. Er det ikke muligt, så må materialet kunne anvendes til biogas. Er det ikke muligt, så må vi undersøge muligheden for kompostering af tang/ålegræs. På den måde bliver kompostering særlig relevant for **biomasser med begrænset alternativ anvendelse**.

Det betyder, at kompostering er en **vigtig** mulighed for håndtering af tang/ålegræs, hvis andre muligheder ikke er til stede. Det er baggrunden for det efterfølgende teknologibeskrivelse af et komposteringsanlæg, især rettet mod nyttiggørelse af tang/ålegræs.<sup>7)</sup>

---

<sup>6)</sup> Gasudbytte fra forskellige materialer, herunder tang; se: **Biogas fra forskellige græsmaterialer**. Græs dok 3. Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 12. august 2025, tabel 3, s. 4, samt **Ålegræs - Vækst og sammensætning**. Notat 3, Tang/ålegræs. Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 19. marts 2025, tabel 1, s. 1.

<sup>7)</sup> De efterfølgende afsnit 1-5 præsenteres et komposteringsanlæg: **BioCirkulering**, hvor der bl.a. er udviklet aktiv styringsproces, som muliggør en optimal tilpasning til variation i tilført biomasse. Teknologibeskrivelsen er udarbejdet af virksomheden **ComFerm**, Århus, januar 2026.

## 1. Indledning - BioCirkulering - ved ComFerm ApS<sup>8)</sup>

Projektet arbejder med udvikling af en optimal anvendelse af restbiomasserne fra Sjælland og Skåne området. Arbejdet indebærer dels kortlægning af de forskellige typer af biomasser, og analyse af forskellige anvendelsesmuligheder til nye produkter, cirkulær økonomi, herunder cirkulering af næringsstoffer, osv. I anvendelsesmulighederne fokuseres der på nyttiggørelse af biomasserne med bl.a. følgende teknologier: biogas, pyrolyse, kompostering. Kortlægningen af potentielle biomasser i Sjælland- og Skåneområdet er baseret på et biomasseværktøj, som løbende kalkulerer, og fremover, skal kalkulere de aktuelle biomassepotentialer. I tillæg til biomasseværktøjet udarbejdes der en oversigt over anvendelige teknologier i forhold til de forskellige typer af biomasser. Det er baggrunden for aftalen om den eksterne leverance til Bio Power projektet.

Som led i dette projekt belyser nærværende rapport det overordnede potentiale for BioCirkulering som teknologi til behandling af restbiomasser, herunder særligt tang og ålegræs fra de kystnære områder.

Rapporten er struktureret i følgende punkter:

- Teknologibeskrivelse
- Vurdering af teknologiens muligheder
- Teknisk-økonomisk vurdering af teknologien

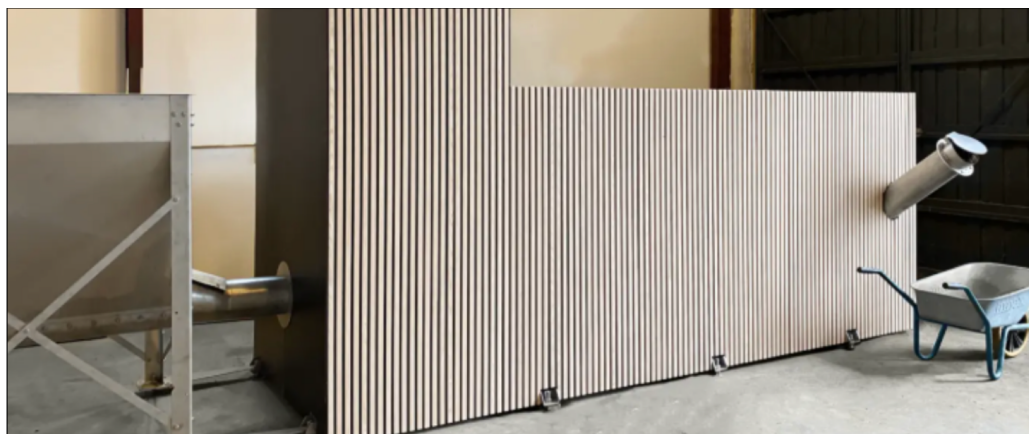
### 1.1. Afgrænsning

Denne rapport er udarbejdet som en teoretisk og konceptuel teknisk-økonomisk vurdering af BioCirkulering med særligt fokus på håndtering af marine biomasser såsom tang og ålegræs. Vurderingerne er baseret på:

- Eksisterende teknologisk viden om BioCirkulering
- Biomassekarakteristika og problemstillinger identificeret af RUC.
- Generelle erfaringer fra biologisk behandling af følgende biomasser: gyllefibre, hestemøg, slam, frass, have/park affald, madaffald, græs, grønsager, m.v.

Der er ikke gennemført fysiske pilot- eller fuldskalaforsøg med tang eller ålegræs i det beskrevne system som led i denne leverance. Rapportens konklusioner og anbefalinger skal derfor forstås som indledende og vejledende. Det anbefales eksplicit, at rapportens resultater valideres gennem praktiske tests, før teknologien anvendes operationelt i større skala til behandling af marine biomasser. De praktiske test kan udføres på det eksisterende demonstrationsanlæg:

**Figur 2. Det eksisterende demonstrationsanlæg - ComFerm**



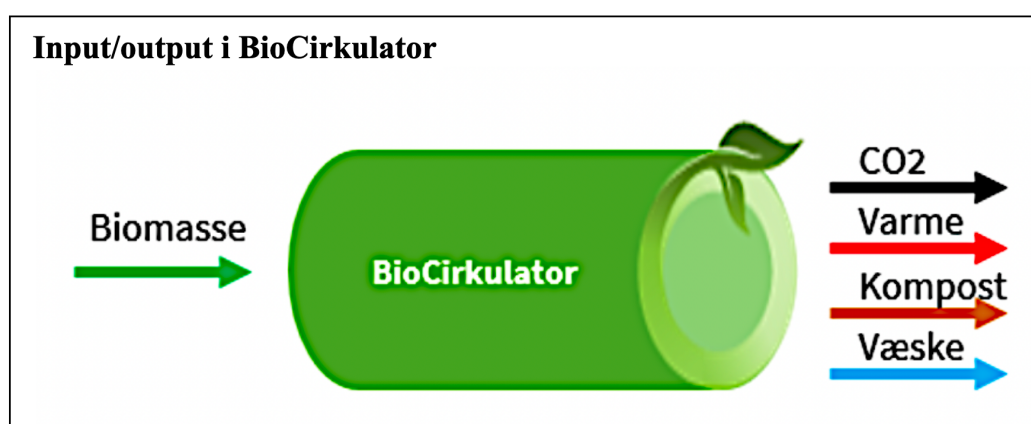
<sup>8)</sup> Som nævnt er de efterfølgende afsnit 1-5 baseret på en rapport, udarbejdet af ComFerm ApS.

Bemærk venligst, at alle figurer, diagrammer og visuelle elementer i denne rapport er konceptuelle skitser. De har til formål at illustrere overordnede idéer og sammenhænge og er ikke baseret på tekniske konstruktionstegninger. De bør derfor ikke anvendes som selvstændigt grundlag for beslutninger uden yderligere faglig vurdering.

## 2. Teknologibeskrivelse – BioCirkulering - kompostering

BioCirkulering er et lukket, aerobt behandlingssystem, hvor organisk biomasse omsættes biologisk under kontrollerede forhold. Systemet kombinerer mekanisk materialecirkulation med aktiv luftning, temperaturstyring og mulighed for varmegenvinding. Biomassen fødes ind i en stor tromle, som langsomt roterer imens relevant proces parametre reguleres for at sikre optimale forhold for den mikrobielle kultur inde i systemet. Outputtet efter komposteringen er de fire fraktioner illustreret i nedenstående figur 3. Fraktionerne er beskrevet yderligere i afsnit 2.2.

Figur 3. Input og output i BioCirkulering – det lukkede areobt behandlingssystem

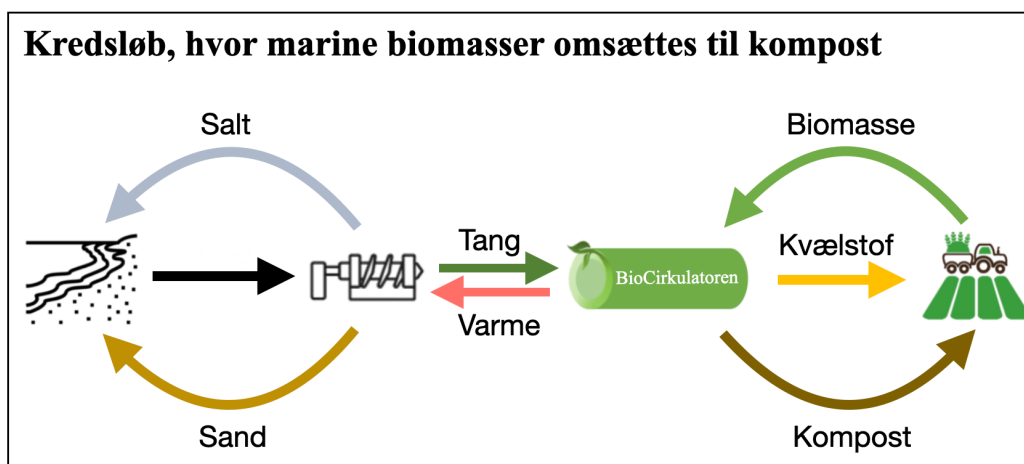


I modsætning til traditionelle åbne mile komposteringsmetode muliggør BioCirkulatoren:

- høj proceskontrol
- reducerede lugt- og emissionstab
- kompakt anlægsdesign
- kontinuerlig eller batch drift

Ved kontinuerlig drift fødes og tømmes anlægget kontinuerligt og ved batch drift fyldes anlægget helt op og tømmes efter komposteringen er fuldført. Figur 4 viser den konceptuelle implementering af BioCirkular i et lukket kredsløb, hvorigennem den marine biomasse konverteres til en værdifuld ressource til landbruget.

Figur 4. Omsætning af marine biomasser i BioCirkulator.



## 2.1. Krav til input biomasse

Systemet er principielt egnet til behandling af en bred vifte af organiske restbiomasser, herunder:

- landbrugsbaserede restprodukter
- organisk industriaffald
- fiberfraktioner fra biogas
- forventeligt også marine biomasser (tang, ålegræs).

**Særlige karakteristika ved tang og ålegræs:** Ifølge RUC's data og tidligere undersøgelser er strandopskyllet tang og ålegræs ofte karakteriseret ved:<sup>9)</sup>

- højt indhold af sand og uorganiske partikler
- lavt og varierende tørstofindhold
- forhøjet indhold af cadmium og eventuelt andre metaller
- saltindhold
- betydelig heterogenitet.

Disse forhold adskiller tang markant fra klassiske kompostinput og stiller særlige krav til procesdesign. For at optimere driften vurderes det følgende forbehandlingstrin som potentielt relevante – men ikke nødvendigvis obligatoriske:

- mekanisk frasortering af groft sand og sten
- afvanding for at øge tørstofindhold
- blanding med strukturgivende biomasser (eksempelvis halm, have/parkaffald eller anden restbiomasse fra landbruget).

BioCirkulatorens mekaniske cirkulation gør det muligt til en vis grad at fortynde problematiske input ved blanding, hvilket reducerer udfordringerne ved tilstedeværelsen af sand (skal gerne udgøre mindre end 15% af den endelige biomasse input) samt risikoen for lokal anaerobe udrådning (metan) og procesforstyrrelser. Det skal bemærkes, at for at konkludere mere præcise krav til inputbiomassen, kræver det gennemførelse af forsøg.

## 2.2. Forventninger til output biomassen

Outputtet fra BioCirkulering består af:

- **Fast fraktion:** stabiliseret nærrigsholdig jordforbedrings kompost med en attraktiv afsætningspris.
- **Varme:** biologisk procesvarme, potentielt genanvendelig til tørring af input biomasse.
- **Luftstrømme:** CO<sub>2</sub> og vanddamp (mulighed for implementering af CO<sub>2</sub> -opsamlings-system efter behov).
- **Væskefraktion:** Kvælstofholdig væskefraktion til brug i landbrug eller gartneri.

Derudover skal det understreges at implementering af BioCirkulering muliggøre reduktion af kvælstofindholdet i de kystnære vandmiljøer, som efterfølgende kan udnyttes effektivt i landbruget. De potentielle totale reduktioner i kvælstofmængder alene i Køge bugt er op til 80-90 tons/årlig (estimeret af RUC).<sup>10)</sup>

<sup>9)</sup> Se *Sandrensning på stranden*; Notat 4, Tang/ålegræs, Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 6. februar 2025. Samt: *Fjernelse af sand i tang/ålegræs*; Notat 13, Tang/ålegræs, Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 24. marts 2025.

<sup>10)</sup> I Køge Bugt er den samlede årlige tangmateriale estimeret til der mellem 30.000-34.000 tons tang/ålegræs. Efter nøgletal, baseret på en række målinger, må man forvente et årligt kvælstofindhold på mellem 79,8-90,4 tons. Jvf. nøgletal i *Ålegræs - Vækst og sammensætning*. Notat 3, Tang/ålegræs, Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 19. marts 2025.

### 3. Vurdering af teknologiens muligheder

Generelt vurderes BioCirkulatoren som en velegnet teknologi til behandling af tang og ålegræs grundet systemets mekanisk set relativt simple og robuste design. Et tilsætningsmateriale bestående af eksempelvis en have/park fraktion kan være med til at reducere eventuelle udfordringerne ved f.eks. sand og salt yderligere.

#### 3.1 Sand og uorganisk materiale

Sand og andre uorganiske fraktioner nedbrydes ikke biologisk, men fortsætter igennem systemet. BioCirkulatoren kan teknisk håndtere moderat sandindhold, men høje niveauer kan betyde:

- øge mekanisk slid
- reducere effektiviteten af komposteringsprocessen, da der er mindre omsætteligt biomasse i reaktoren
- reducere andelen af organisk materiale i slutproduktet

Det vurderes, at forbehandling anbefales, hvor sandindholdet er højt, særligt ved strandopskyl.

#### 3.2 Salt

Forhøjet saltindhold kan påvirke mikrobiel aktivitet negativt. Systemets høje biologiske intensitet og mulighed for pre-podning og tilsætning af en have/park fraktion vurderes at reducere risikoen, men meget høje saliniteter kan kræve:

- længere opholdstid
- lavere andel tang i inputblandingen. <sup>11)</sup>

#### 3.3 Metaller (cadmium) og PFAS

Komposteringsprocessen reducerer ikke tungmetal indholdet og på nuværende tidspunkt heller ikke PFAS-indholdet i biomassen. Der arbejdes dog på løsninger, som potentielt kan nedbringe mængden af PFAS i output biomassen. Denne løsning er dog ikke tilgængelig på nuværende tidspunkt.

Dette betyder, at i tilfælde af at der findes Cadmium eller PFAS i input biomasse kan anlægget bruges til at omsætte den organiske fraktion hvorigennem der opnås en signifikant **masse- og volumenreduktion**.

En sådan reduktion betyder, at der realiseres en væsentlig reduktion i sammenligning med f.eks. endelig afskaffelse eksempelvis ved forbrænding. I samme forbindelse separeres nogle af næringsstoffer i biomassen ud i væske fraktionen, hvormed det formentlig kan føres tilbage til landbruget og ikke går til spildevand på samme måde som ved en eventuel forbrænding.

---

<sup>11)</sup> Saltindholdet i tang/ålegræs indsamlet i Øresunds-, Køge- og Østersøområdet er forholdsvis lavt i sammenligning med f.eks. Vesterhavet. Det hænger sammen med et betydeligt lavere saltholdighed i havene Øresunds-, Køge- og Østersøområdet. Den gennemsnitlige saltholdighed i Køge Bugt er ved forskellige lejligheder målt, som viser et gennemsnit på 0,3%. jvf. **Saltindholdet i tang. Erfaringer fra Køge Bugt**. Notat 7, Tang/ålegræs, Power Bio; Roskilde Universitet, Tyge Kjær, den 19. oktober 2025.

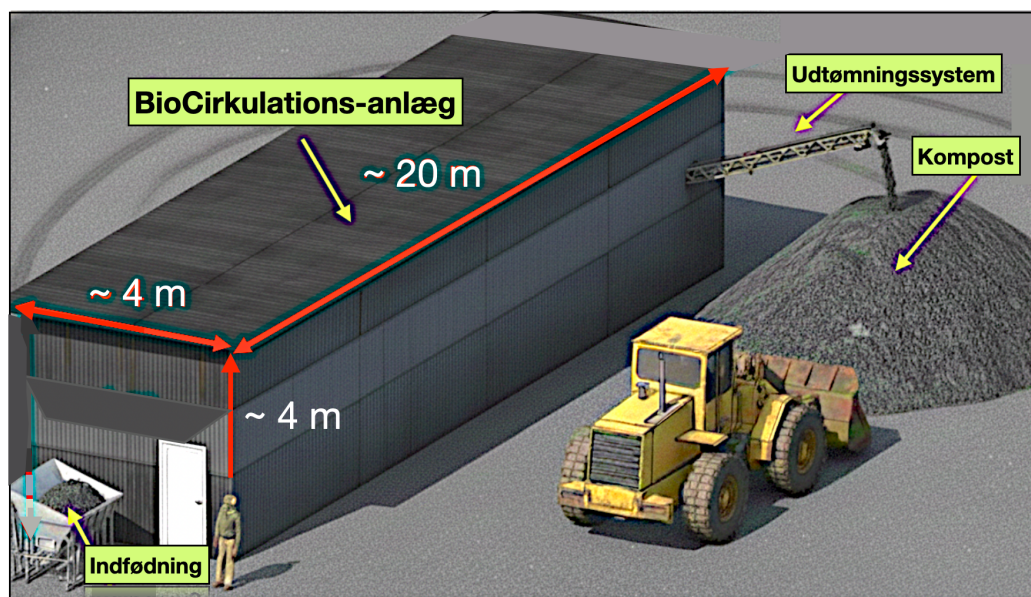
## 4. Teknisk økonomisk vurdering af teknologien

Her belyses anlægsopbygning og kapacitet, driftsøkonomi og økonomiske overvejelser vedrørende optimal valg ud fra en række kriterier.

### 4.1. Anlægsopbygning og kapacitet

Et BioCirkulations-anlæg er en automatiseret komposteringsreaktor designet til kontinuerlig behandling af biomasse under kontrollerede aerobe forhold. Styringen sikrer optimale procesbetingelser gennem regulering af rotation, beluftning og temperatur i komposteringsanlægget. BioCirkulation anlægget etableres som enkeltstående enheder. Ved behov for øget kapacitet kan flere enheder opføres parallelt, se figur 5.

Figur 5. BioCirkulator: Opbygning og dimensioner af et standard anlæg.



Som nævnt etableres Biocirkulations anlægget som enkeltstående enheder og ved behov for øget kapacitet kan flere enheder opføres i parallel. Indikative kapaciteter for et enkelt anlæg er angivet i nedenstående tabel 1. Bemærk den årlige kapacitet er meget afhængig af faktorer som behandlingstid, densitet på input biomasse, som igen afhænger af blandingsforhold imellem tang og evt. have/park fraktion.

Under komposteringen i BioCirkulatoren opnås også både en masse og volumen reduktion af biomassen. Nedenstående tabel indeholder ligeledes indikative værdier for hvad der forventes at kunne opnås for disse parametre. Det kræver fysiske tests for at kunne bestemme mere nøjagtige værdier.

Tabel 1. Indikative værdier for BioCirkulator som standardanlæg.

Beskrivelse	Estimat pr. anlæg
Behandlingstid:	7-14 dage
Årlig input volumen kapacitet	2.500-5.000 m <sup>3</sup> /år
Input biomasse densitet:	0,5 - 0,6 tons/m <sup>3</sup>
Årlig input kapacitet i tons:	1.500-3.000 tons/år
Massereduktionsfaktor:	30-50%
Volumenreduktionsfaktor:	40-60%

## 4.2 Driftsøkonomi

Driften er karakteriseret ved følgende faktorer:

- elforbrug til rotation af snegle og tromle, styring og ventilation
- begrænset bemandingsbehov, da anlægget kan automatiseres og tilgås via fjernadgang.
- begrænset behov for løbende mekanisk vedligehold.

### *Fordele:*

- lille arealbehov
- helårsdrift
- høj driftsstabilitet (opetid)

Et groft estimat for de årlige driftsomkostninger er belyst i følgende tabel 2:

**Tabel 2. Indikative værdier for BioCirkulator som standardanlæg.**

<b>Driftsomkostninger</b>	<b>Estimat pr. tons</b>
Drift incl. energi, vedligehold og personale:	40 - 80 kr. pr. tons

## 4.3 Økonomiske overvejelser

Den samlede økonomi afhænger bl.a. af:

- anlægskapacitet
- behov for forbehandling
- biomassekvalitet
- afsætningspris af slutprodukt
- eventuel varmeudnyttelse
- nuværende håndterings/opsamlings pris for biomasse(tang).

BioCirkulering vurderes ikke nødvendigvis som den billigste løsning pr. tons, men som en fleksibel og robust teknologi, særligt relevant for biomasser med begrænset alternativ anvendelse.

På baggrund af de overordnede dimensioner og kapaciteter præsenteret tidligere i dette afsnit er den estimerede budgetpris angivet i følgende tabel 3:

**Tabel 3. Estimeret anlægssum for et BioCirkulator standardanlæg.**

<b>Anlægsomkostninger</b>	<b>Budgetpris</b>
Anlægspris	5,0 - 7,0 mill. Kr.

Tilbagebetalingstiden afhænger meget af alle de faktorer listet i starten af dette kapitel, men det vurderes at det er realistisk at kunne opnå en tilbagebetalingstid på 4-6 år. Dette skal konkretiseres igennem yderligere tests, afklarings omkring eventuel forbehandling og andre anlægsrelevante parametre.

## 5. Samlet vurdering og anbefalinger

BioCirkulering vurderes at være en relevant teknologi i Bio Power projektets mulige teknologier, særligt som en løsning til håndtering af opsamlet tang og ålegræs, hvor volumenreduktion og hygiejniserings er primære mål.

**Teknologien tilbyder:**

- **Lokal behandling:** Muliggør håndtering tæt på opsamlingsstedet (stranden), hvilket minimerer dyr transport af vand.
- **Proceskontrol:** Aktiv styring sikrer nedbrydning på trods af biomasse-varians.

Der er dog identificeret væsentlige opmærksomhedspunkter vedrørende saltindhold, slitage fra sand og Cadmium-indhold, som skal adresseres i et videre forløb.

**Anbefalet næste skridt:** Da denne rapport baseres på teoretiske betragtninger, anbefaler ComFerm, at der igangsættes et fysisk pilotforsøg. Formålet vil være at:

1. Fastlægge det optimale blandingsforhold mellem tang og strukturmateriale for at sikre processtabilitet.
2. Dokumentere processen samt validere slutproduktet.
3. Validere business casen baseret på reelle driftsdata.

Disse tests vurderes nødvendige for at kvalificere teknologien yderligere og reducere usikkerheder før eventuel implementering i større skala.

## 6. Beregninger af omkostninger til kompostering

På basis af ovenstående teknologibeskrivelse og økonomiske data skal der præsenteres nogle få beregninger, som kan vise lidt om det forventede omkostningsniveau for komposteringen. I første omgang tages der udgangspunkt i **gennemsnittet** af de udgiftsintervaller, der er beskrevet i de foregående afsnit, jvf. tabel 1-3.

**Tabel 4. Forventede udgifter til kompostering, inklusiv anlægs- og driftudgifter, beregnet pr. tilført m<sup>3</sup> tang/ålegræs**

<b>Forventet gennemnitlig omkostning pr. m3 tangmateriale</b>	
<b>Forudsætninger:</b>	
Anlægskapacitet (gennemsnit af min./max. m3 pr. år):	3.750 m3
Biomasse densitet - tons pr. m3:	0,55 tons/m3
Samlede anlægsinvesteringer:	6.000.000 mio. Kr.
Udnyttelsesgrad af anlægget:	<b>83%</b> 3.113 m3
<b>Årlig udgift:</b>	
Drift og vedligeholdelse pr. tilført m3 biomasse:	<b>60,0 kr.</b>
Drift og vedligeholdelse ved forudsat udnyttelsesniveau:	186.750 kr.
Afskrivning og forrentning:	481.456 kr.
- Forventet levealder:	20 år
- Afskrivningsperiode:	20 år
- Forrentning:	5,0% p.a.
Samlede årlig omkostninger:	<b>668.206 kr./m3</b>
<b>Omkostning pr. tilført m3 tangmateriale:</b>	<b>214,68 kr./m3</b>

Tabellen viser, at de samlede omkostninger til kompostering af 1,0 m<sup>3</sup> tangmateriale kan beregnet til knap **215 kr. pr. m<sup>3</sup>**. Som nævnt er beregningerne baseret på gennemsnittene af de faktorer, der er nævnt i det foregående afsnit 4.

**Kapacitetsudnyttelsen** har stor betydning for økonomien. Kapacitetsudnyttelse har to sider: (a) hvor mange af årets måneder kører anlægget, og (b) hvor meget materiale, kan der tilføres og behandle på anlægget, som hænger sammen med behandlingstid og densitet af den tilførte biomasse.

**a) Antal driftsmåneder:** Komposteringsanlægget kan i princippet køre hele året; men der er ikke meget tang/ålegræs i årets første måneder. Der er derfor forudsat i beregningerne, at anlægget ikke kører i de to første måneder af året. Det vil svare til en udnyttelsesgrad af anlægget på 83%.

**b) Behandlingstid og densitet.** Denne faktor handler om, hvor kompakt materialet er, som har betydning for den årlige kapacitet på anlægget. Her er der regnet med et gennemsnit af den anførte variationer mellem 2.500 til 5.000 m<sup>3</sup> pr. år (jvf. tabel 1, s. 8). Tangmateriale har typisk en høj densitet, især på grund af sandindholdet i tangmaterialet. I beregningerne er der anvendt et gennemsnit på 3.750 m<sup>3</sup> pr. år.

Det er dog forudsat, at en del af det sand, som typisk findes i strandopskyl af tang/ålegræs frasorteres og ikke føres ind i komposteringsanlægget (se figur 4). Det kan være vanskeligt at sige noget præcist om behandlingstid og densitet; men effekterne kan belyses med nedenstående forskellige forudsætninger om den årlige behandlingskapacitet:

- Hvis 5.000 m<sup>3</sup> pr. år: Behandlingsomkostning pr. m<sup>3</sup>: **175 kr. pr. m<sup>3</sup>**
- Hvis 3.750 m<sup>3</sup> pr. år: Behandlingsomkostning pr. m<sup>3</sup>: **215 kr. pr. m<sup>3</sup>** (se tabel 4)
- Hvis 2.500 m<sup>3</sup> pr. år: Behandlingsomkostning pr. m<sup>3</sup>: **292 kr. pr. m<sup>3</sup>**

Altså en variation mellem mindste og største forventede omkostninger på 175-292 kr. pr. tilført m<sup>3</sup> tang/ålegræs. <sup>12)</sup>

Til komposteringen skal der regnes med yderligere udgifter, nemlig udgifter til indsamling og transport af tang/ålegræs fra indsamlingsstederne til komposteringsanlægget. I bilaget er der lavet nogle estimater, hvorefter de samlede omkostninger kan se således ud:

- Indsamling: **313 kr. pr. m<sup>3</sup>**
- Transport fra indsamling til komposteringsanlæg: **50 kr. pr. m<sup>3</sup>**.
- Kompostering: **215 kr. pr. m<sup>3</sup>**.

I alt således **577 kr. pr. m<sup>3</sup>** tang/ålegræs. Indsamlingsomkostningerne vurderes til at være estimeret i overkanten (husk det er pris pr. m<sup>3</sup>). Transportkomkostningerne er lave, fordi der forventes en relativt kort afstand mellem indsamlingsområdet og komposteringsanlægget. Det er netop ideen med det omtalte komposteringsanlæg – med BioCirkulatoren. Anlægget har en standardstørrelse og muliggør en håndtering af tang/ålegræs tæt på indsamlingsstederne (strandene), som betyder lave transportomkostninger.

Der er ikke beregnet transport for komposteringsresultatet - for den næringsrige kompost, idet den forventes dækket af aftagerne af komposten; en betaling for komposten kan heller ikke udelukkes.

**Konkluderende bemærkninger:** Omkostningsberegningerne er i sagens natur kun foreløbige overslag; men de foreløbigt beregnede omkostningsniveauer understøtter **det anbefalet næste skridt** (afsnit 5, s. 10), nemlig igangsættelse af et fysisk pilotforsøg for at dokumentere processen (optimal blanding af tang og strukturmateriale), dokumentation for slutprodukt, samt validering af anlægs- og driftøkonomien for det påtænkte komposteringsanlæg.

---

<sup>12)</sup> Bemærk, at omkostningerne er opgivet i kubikmeter / m<sup>3</sup>, fordi komposteringsanlæggets kapacitet er angivet i volumen (m<sup>3</sup>) og ikke tons. Kubikmeterne kan oversættes til tons, men det er dog ikke en simpel omregning. Hvis tang/ålegræs er vådt med meget sand, vil 1 m<sup>3</sup> tangmateriale veje op mod 1,0 tons eller mere. Hvis tangmaterialet er tørt med minimal sandmængde kan man regne med 0,55 tons pr. m<sup>3</sup>, som er det tal, der er anvendt i beregningerne.

**Bilag: Økonomi - Overslag, baseret pr. m3****Beregningsforudsætninger:**

Der beregnes udgifter til tre aktiviteter:

- 1) Kompostering: Forventet gennemsnitlig omkostning
- 2) Indsamlingsomkostninger, her angivet omkostning pr. m3
- 3) Transport fra indsamling til komposteringsanlæg (incl. på- og aflæsning)

**Forventet gennemsnitlig omkostning pr. m3 tangmateriale****Forudsætninger:**

Anlægskapacitet (gennemsnit af min./max. m3 pr. år:	3.750 m3
Biomasse densitet - tons pr. m3:	0,55 tons/m3
Samlede anlægsinvesteringer:	6.000.000 mio. Kr.
Udnyttelsesgrad af anlægget:	<b>83%</b> 3.113 m3

**Årlig udgift:**

Drift og vedligeholdelse pr. tilført m3 biomasse:	60,00 kr.
Drift og vedligeholdelse ved forudsat udnyttelsesniveau:	186.750 kr.
Afskrivning og forrentning:	481.456 kr.
- Forventet levealder:	20 år
- Afskrivningsperiode:	20 år
- Forrentning:	<b>5,0%</b> p.a.

Samlede årlig omkostninger: **668.206 kr./m3**

**Omkostning pr. tilført m2 tangmateriale: 214,68 kr./m3**

**Forventet udgifter til indsamling og transport (Køge Bugt priser)**

Indsamling af tang::	Vådt tang, %	50%	375,00 kr./m3
	Tør tang, %	50%	250,00 kr./m3

Indsamlingsomkostninger - vådt/tør tang: **312,50 kr./m3**

Transport tang til anlæg - 5 kr/m3 pr.km), ganget med antal km: **50,00 kr./m3**

Samlet vådt/tørt tang kørt, angivet km 10 km **362,50 kr./m3**

**Tilnærmet samlet udgift: 577,18 kr/m3**