

## RAPPORT

### Karakteristik af tangtag – nedbrydelighed og kemisk sammensætning

#### Forfattere:

Lektor Erik Kristensen og Professor Marianne Holmer, Biologisk Institut, Syddansk Universitet, Campusvej 55, 5230 Odense M

[ebk@biology.sdu.dk](mailto:ebk@biology.sdu.dk)

[holmer@biology.sdu.dk](mailto:holmer@biology.sdu.dk)

**Praktisk gennemførelse: specialestuderende Henrik Christiansen og Sandra Walløe Thorsen**

#### Resume

Den kemiske sammensætning (kulstof og kvælstof) og nedbrydeligheden af tangtag blev målt i laboratoriet og på baggrund af disse til blev halveringstiden for tangtaget estimeret under forskellige forhold (tørt, vådt, +/- ilt). Det organiske indhold er højt i tangtaget, og nedbrydningsraterne er lave både i våd og tør tilstand og med og uden tilstedeværelse af ilt. Nedbrydningen går stærkest under iltfrie forhold, men disse vil sandsynligvis kun være til stede om vinteren, hvor temperaturen er lav og dermed begrænser den mikrobielle aktivitet. Halveringstiden for et tangtag på ca. 1 m stiger med alderen af materialet med 10 år for det yderste til 40 år for det nederste lag, og under naturlige forhold (vand og temperatur) estimeres halveringstiden for hele taget til 50-100 år.

#### Materiale

To kerner blev udtaget af tangtag:

Kerne A: Skåret med motorsav og anbragt i ventilationsrør (100 cm dyb).

Kerne B: Skåret direkte med PVC-rør (40 cm dyb)

Kerne A bestod af fibret materiale med en tydelig ålegræsstruktur.

Kerne B bestod af pulveriseret materiale, som mere lignede savsmuld end ålegræsmateriale

#### Metoder

Begge kerner blev skåret op i 10 cm skiver fra oven med en Rockwool-kniv. Under denne proces blev iltkoncentrationen i kernen målt med en Unisense nåle-ilt-elektrode.

Delprøver blev tørret ved 105°C i 12 timer til bestemmelse af vandindhold. Det tørrede materiale blev brændt ved 520°C i 6 timer til bestemmelse af glødetab (organisk indhold). Delprøver af det tørrede materiale blev analyseret for kulstof- og kvælstofindhold i en Carlo-Erba elementaranalysator.

Nedbrydelighed af materialet som mikrobiel CO<sub>2</sub> dannelse blev bestemt ved at overføre delprøver til en Li-Cor LI-6400 CO<sub>2</sub> analysator. Analyserne blev bestemt på det oprindelige materiale under iltede forhold og iltfrie forhold. Desuden blev nedbrydeligheden bestemt efter vædning af materialet. Kerne A blev tilført vand

svarende til materialets vægt og kerne B blev tilført vand svarende til halvdelen af materialets vægt. Raterne blev normaliseret til en temperatur på 15°C

### Resultater og diskussion

Kerne A var fibret og bestod helt tydeligt af ålegræs materiale. Den korte kerne B bestod mere af et pulveragtigt materiale som lignede savsmuld – og må anses for at være atypisk for et tangtag. Begge kerner var fuldt mættede med ilt hele vejen og indikerer et svagt iltforbrug.

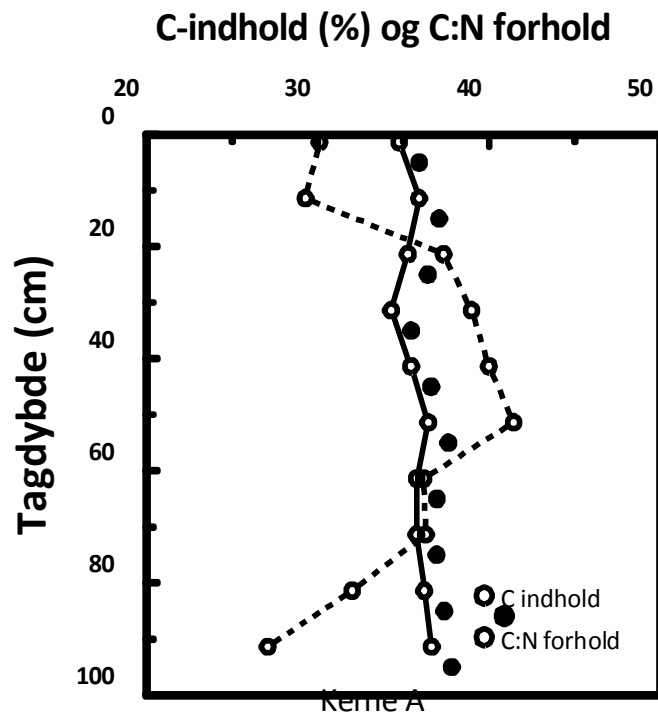
Vandindholdet i kerne A var lavt og svagt faldende ned gennem kernen (Tabel 1). Vædningen øgede vandindholdet med en faktor 2. Kerne B havde et oprindeligt vandindhold (Tabel 2), som var op til 3 gange højere end i kerne A og vædningen øgede kun vandindholdet marginalt. Det organiske indhold øverst i kerne A (50-60%) var sammenligneligt med indholdet i hele kerne B (Tabel 1 og 2). Dybere i kerne A stod det organiske indhold højere og nåede næsten 90% dybest nede. En tilsvarende markant stigning blev ikke observeret i indholdet af organisk kulstof i kerne A (Fig. 1). Det steg svagt fra 35 til næsten 40% fra top til bund. I kerne B var indholdet af organisk kulstof væsentligt lavere (< 23%). Det er bemærkelsesværdigt, at det organiske C:N forhold i kerne A var lavest i top og bund, hvilket indikerer et mere nedbrydeligt materiale i forhold til midten af kernen (Fig. 1). En tilsvarende ændring med dybden blev ikke observeret i kerne B (Fig. 2), måske med undtagelse af en stigning nederst. C:N forholdet var noget højere i kerne B (60-80) end i kerne A (30-40). Det ser således ud til at materialet i kerne B var langt mere nedbrudt end i kerne A.

Tabel 1. Vand og organisk indhold i kerne A

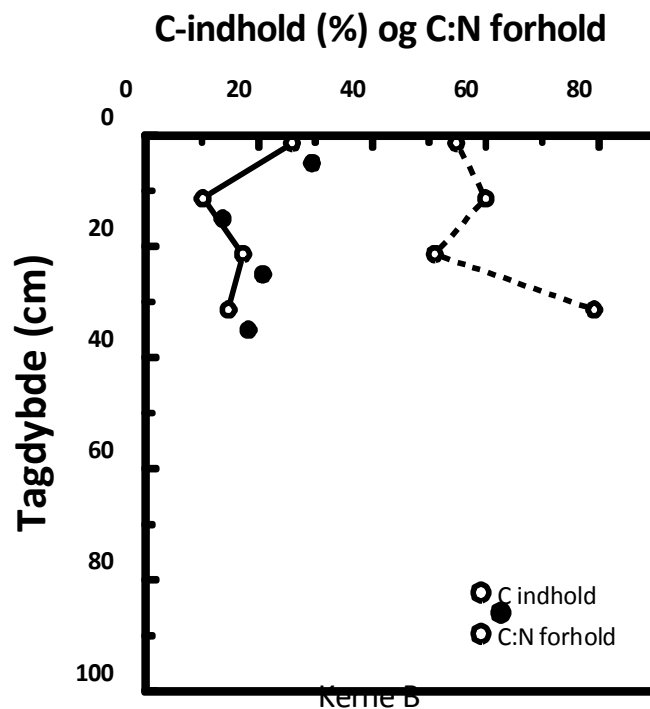
Dybde (cm)	Vandindhold – tør (%)	Vandindhold - våd (%)	Organisk indhold (%)
5	34.9	57.0	53.8
15	24.3	47.8	63.2
25	28.8	55.3	64.5
35	30.5	45.5	78.7
45	26.6	41.6	83.9
55	23.4	64.2	88.6
65	22.1	60.0	54.4
75	23.2	60.5	88.4
85	21.5	57.3	88.9
95	21.1	53.8	82.4

Tabel 2. Vand og organisk indhold i kerne B

Dybde (cm)	Vandindhold – tør (%)	Vandindhold - våd (%)	Organisk indhold (%)
5	58.5	63.5	66.4
15	63.8	69.7	60.9
25	63.2	71.6	61.0
35	59.6	76.5	53.1

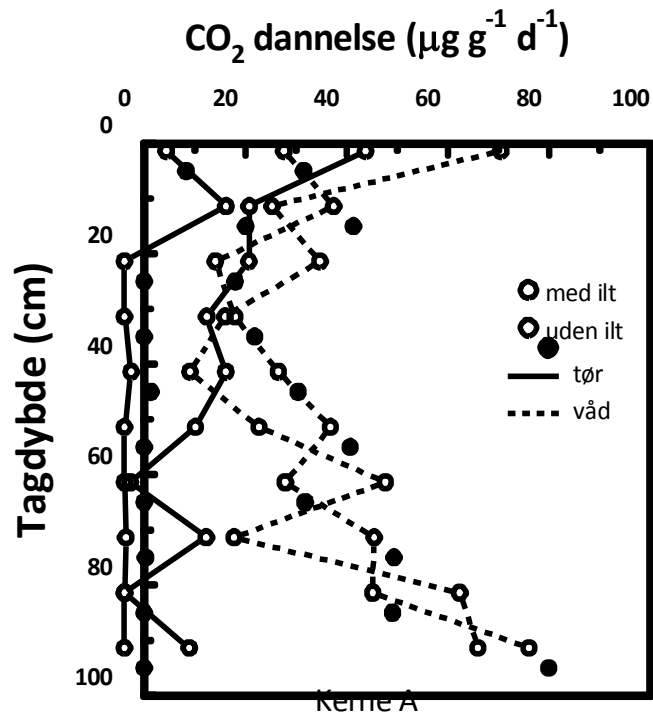


Figur 1. Kulstof-indhold og C:N forhold ned gennem kerne A



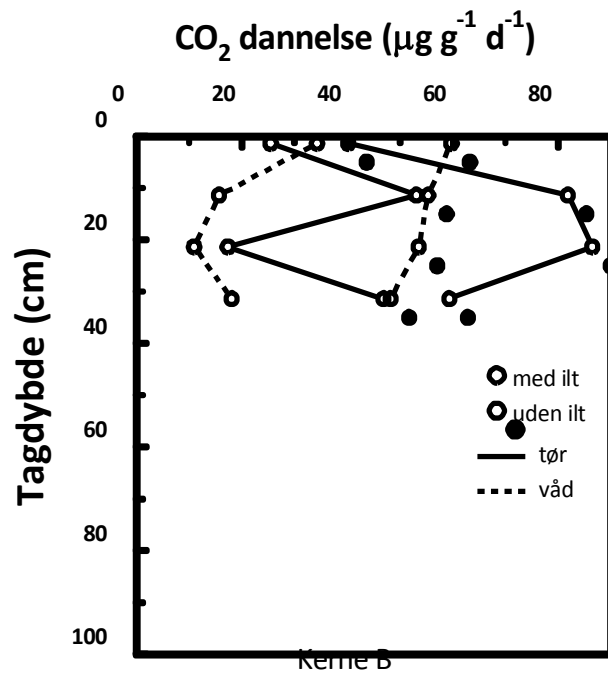
Figur 2. Kulstof-indhold og C:N forhold ned gennem kerne B

Nedbrydningen målt som mikrobiel CO<sub>2</sub> dannelse i tagmaterialet gav nogle tankevækkende resultater. I det oprindelige tørre materiale fra kerne A faldt den mikrobielle aktivitet fra 50 i toppen til <20 µg g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> når der var ilt til stede (Fig. 3). I vædet tilstand steg CO<sub>2</sub> dannelsen lidt i toppen og meget i bunden. Derved fremkom der et billede af et reaktivt materiale øverst og nederst – akkurat som forudsagt fra C:N indholdet (Fig. 1). Stigningen ved vædning må skyldes, at bakterierne trives bedst under fugtige forhold. Når målingerne blev udført under iltfrie forhold var der næsten ingen mikrobiel aktivitet under 20 cm dybde i det oprindeligt tørrede materiale. Selv over 20 cm dybde var aktiviteten begrænset til <20 µg g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Mikroorganismer så til gengæld ud til at trives fint under iltfrie forhold, når tagmaterialet blev vædet. Her fremviste de en aktivitet og en vertikal profil næsten identisk med den fundet i det vædede materiale ved tilstedeværelse af ilt.



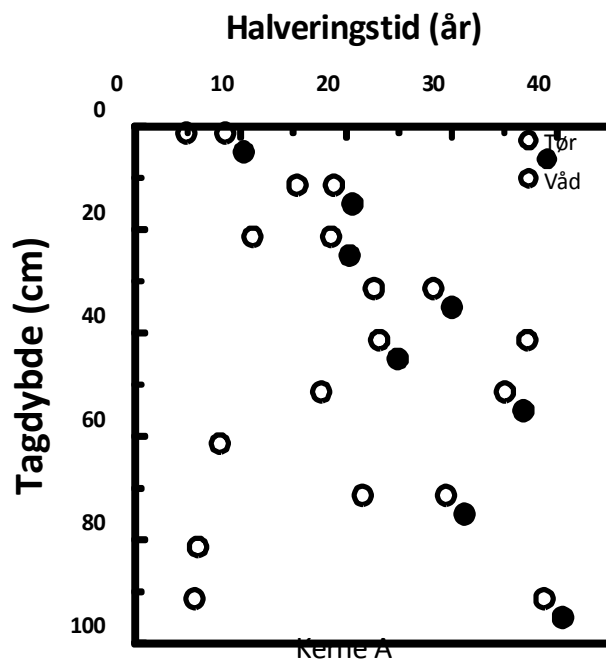
Figur 3. CO<sub>2</sub> dannelse ved 15°C med og uden ilt og befugtning ned gennem kerne A

Den mikrobielle aktivitet i kerne B er noget mere kaotisk (Fig. 4). Overordnet set er CO<sub>2</sub> dannelse af samme størrelse som i kerne A, men det er bemærkelsesværdigt, at aktiviteten er størst (næsten dobbelt) under iltfrie forhold både med og uden vædning. Profilerne er svagt faldende med dybden når materialet er vædet, mens der forekommer meget svindende værdier uden vædning. Vi har en mistanke om, at det meget tætpakkede materiale fra kerne B indeholdt et overskud af CO<sub>2</sub> fra tidligere, som så blev frigivet under målingerne. Derved opnås et stort overestimat af raterne. Dette kunne også observeres som stadigt faldende frigivelse under målingerne. Disse skulle nok have været udført over meget længere tid. Dette blev af tidsmæssige årsager fravalgt. De mikrobielle aktiviteter i kerne B skal derfor ikke tages som et udtryk for aktiviteten. Vi havde forventet langt lavere aktivitet i det ældre materiale med højt C:N forhold i kerne B. Det skal dog lige noteres, at den pulveriserede struktur af materialet i kerne B meget vel kan fremme mikrobiel aktivitet på grund af den meget større overflade, som bakterierne kan angribe. I kerne A var ålegræsbladene intakte og gav derfor bakterierne meget mindre overflade til deres nedbrydning.



Figur 4. CO<sub>2</sub> dannelse ved 15°C med og uden ilt og befugtning ned gennem kerne B Estimeret halveringstid for tagmaterialet baseret på nedbrydning bestemt for kerne A. Det antages at temperaturen er konstant 15°C

Hvis vi vender tilbage til de pålidelige målinger fra kerne A. Så kan halveringstiden af materialet beregnes ud fra CO<sub>2</sub> frigivelsen og kulstofindholdet (Fig. 5). Her ser vi bort fra målingerne under iltfrie forhold, da vi fandt tilstedeværelse af ilt overalt i tagmaterialet. I tør tilstand steg den beregnede halveringstid fra ca. 10 år øverst til ca. 40 år fra midten og videre ned gennem kernen. Det våde materiale viste samme profil ned til ca. 50 cm, men herunder faldt halveringstiden gradvist og nåede ca. 10 år nederst. Det skal bemærkes, at disse halveringstider er baseret på mikrobielle aktiviteter målt ved 15°C. Det er nok kun i sommerhalvåret vi i Danmark oplever gennemsnitstemperaturer på det niveau. I vinterhalvåret er temperaturerne meget lavere og dermed vil de mikrobielle processer gå næsten i stå. Realistisk set er halveringstiden af tagmaterialet nok et sted mellem de i Fig. 5 angivne og det dobbelte. Vi antager derfor, at et tag med materiale som i kerne A vil være halveret i løbet af 50-100 år.



Figur 5. Estimeret halveringstid for tagmateriale baseret på nedbrydning bestemt for kerne A under fuld iltmætning. Det antages at temperaturen er konstant på 15°C