

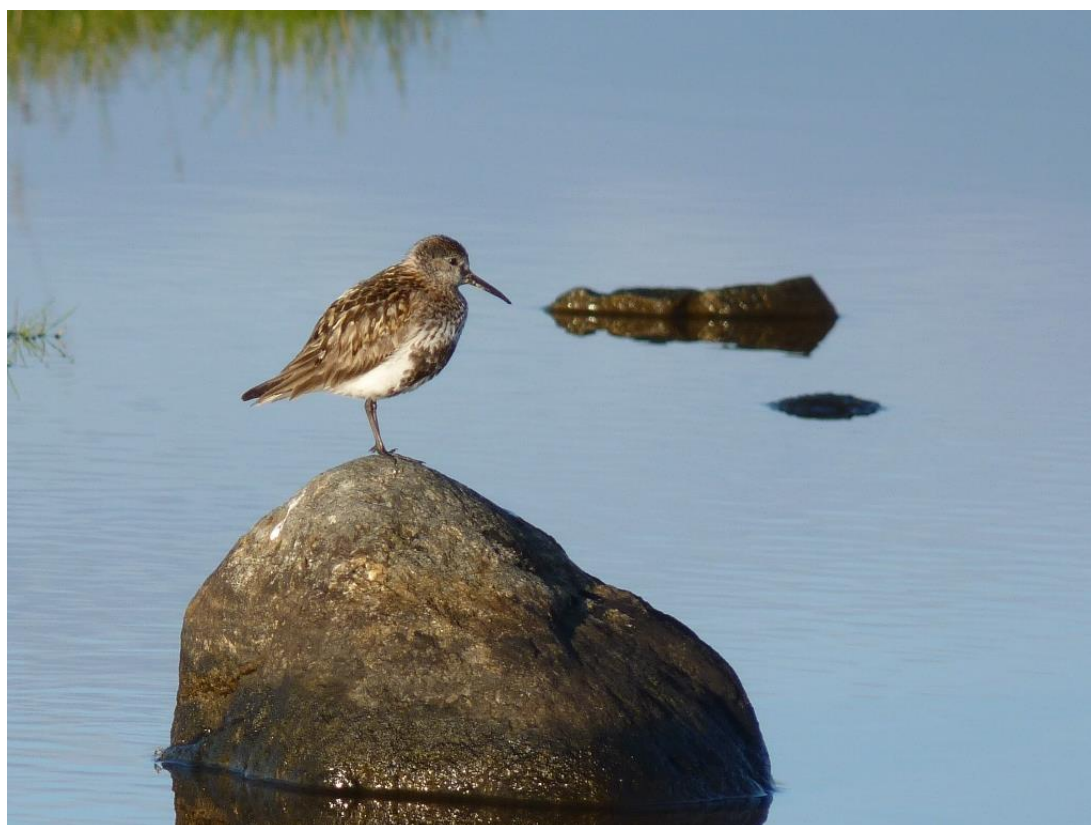


**LIFE LÆSØ** – genopretning af fuglelivet og den lysåbne natur på Læsø

LIFE11 NAT/DK/000893

Maj 2018

## Rapport om bekæmpelse af engelsk vadegræs på Læsø



**Miljø- og  
Fødevareministeriet**  
Naturstyrelsen

# Bekæmpelse af engelsk vadegræs *Spartina anglica* på Læsø

Bekæmpelse af det invasive vadegræs *Spartina anglica* indgår som et delprojekt ACTION C5 med undersøgelse af forskellige metoder til kontrol af engelsk vadegræs i EU-LIFE projekt "LIFE11 NAT/DK/000893 LIFE LAESOE – Bevaring af lysåben natur med mere fugleliv på Læsø".

Delprojektet med bekæmpelse af det invasive vadegræs fandt sted i perioden 2014 – 2018 på lokaliteter i 2 Natura 2000 områder, habitatområde nr. 10 (DK00FX118) og habitat område 9 (DK00FX01 samt Fuglebeskyttelsesområde DK00FX345), der tilsammen omfatter ca. 4.400 ha. Engelsk vadegræs er bekæmpet i et område på 29 hektar med spredte forekomster.

Læsø er en ung ø beliggende i Kattegat mellem Jylland og den svenske vest kyst. Øen er meget flad og består primært af sand på en grund af ler. Der er en lang kystlinje med mange mindre øer og en op til 3 km bred tidevandszone mod syd. Det invasive vadegræs invaderede kysten i slutningen af 1980'erne og har spredt sig til en større del af kysten omkring Læsø.

Leverancerne i ACTION C4 skal opfylde følgende mål:

- Forsøgene skal belyse hvilke bekæmpelsesmetoder, der er de mest effektive under de givne forhold på Læsø og på lignende.
- Forsøgene skal inddrage forskellige bekæmpelsesmetoder og kombinationer heraf og inkludere optrækning, nedgravning og græsning.
- Forsøgende skal udvikle nye og/eller forbedre kendte metoder til udryddelse af Engelsk vadegræs under hensyntagen til miljømæssige såvel som økonomiske hensyn.
- Forsøgsdesignet skal sikre, at resultaterne er forskningsbaserede, herunder at der er inkluderet de nødvendige replika til en statistisk bearbejdning.
- Forsøgsdesignet skal kunne repliceres på andre lokaliteter.
- Forekomsten af det invasive vadegræs skal bekæmpes og udryddes langs den havvendte kystlinje.
- Yderligere spredning af Engelsk vadegræs skal standses.

**Forsøgene med afprøvning af forskellige bekæmpelsesmetoder blev delvis udført som led i et biologisk specialeprojekt, udført af Nadine Rudolph med vejledning fra Leuphana Universitet i Lüneburg og Københavns Universitet. Beskrivelsen af forsøgene og anbefalingerne, der er baseret på resultaterne herfra er kopieret fra specialeprojektet (Rudolph 2015) med nogle få redaktionelle ændringer.**

## Baggrund

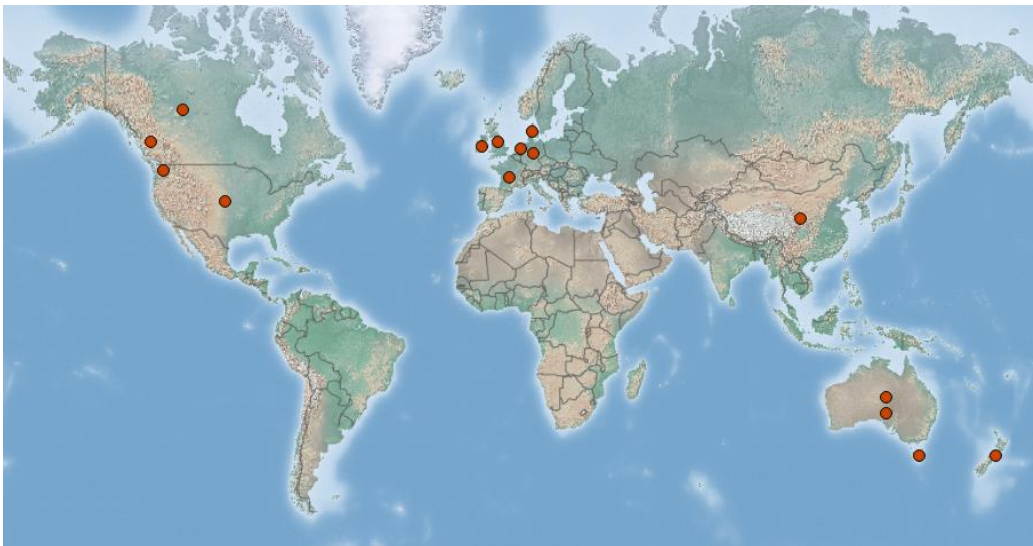
### Engelsk vadegræs – en invasiv planteart

Engelsk vadegræs er på den globale liste over de 100 værste invasive arter (Global Invasive Species Database 2005) på grund af dets evne til hurtigt at brede sig og danne store monokulturer, der forårsager alvorlige ændringer i naturlige økosystemer. En ukontrolleret spredning af engelsk vadegræsset kan udelukke naturligt hjemmehørende plantesamfund i pionersamfund på vaden og på lavtliggende saltenge. Det tætte og relativt høje vadegræs skaber ugunstige fouragerings- og yngleforhold for fuglearter som alm. ryle (*Calidris alpina*) og kan påvirke fiskeri og turisme negativt (Nehring and Adsersen 2006).

Engelsk vadegræs er robust plante, der lever i tidevandszonen og som blev introducerede i kystområder uden for sit naturlige område. Vadegræsset blev først registreret i Lymington (UK) i 1892 (Gray et al. 1991), hvor det er udviklet ved kromosom fordobling af *Spartina x townsendii*, en steril hybrid af den hjemmehørende *Spartina maritima* og den tilfældigt indførte *Spartina alterniflora* (Ayres and Strong 2001). På grund af dets egenskaber til stabilisering af mudderflader og opsamling af store mængder sediment blev engelsk vadegræs i vidt omfang udplantet som led i kystbeskyttelse og landinvinding i mange lande i første halvdel af 1990'erne (Ranwell 1967). Ud over Europa er det blevet spredt til Nordamerika, Oceanien og Kina (Figur 1).

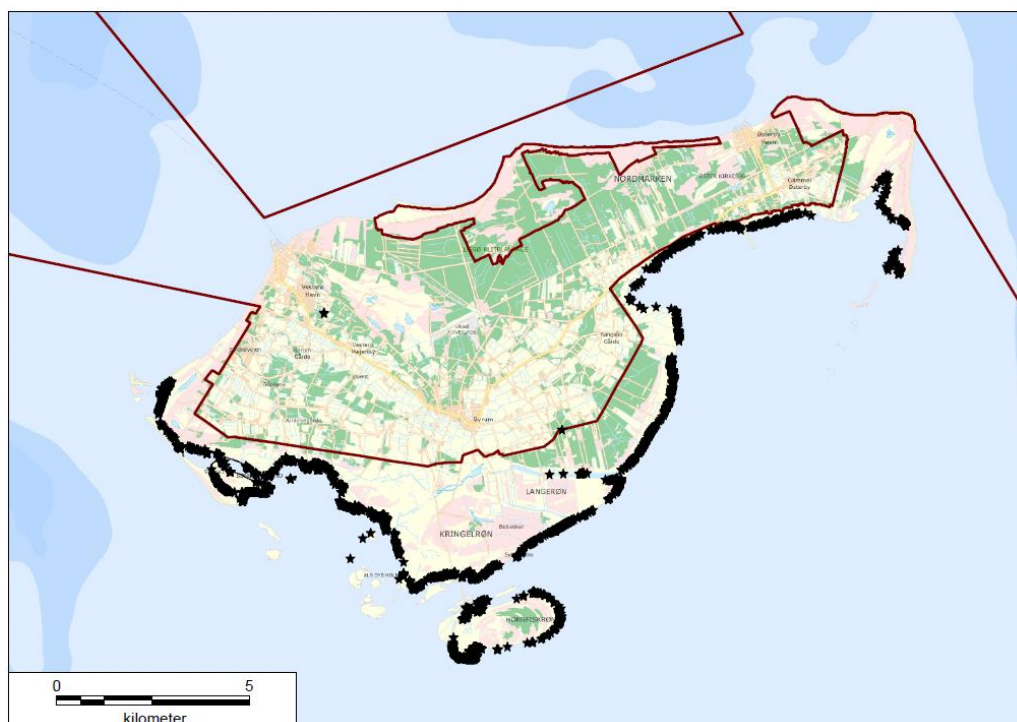
Klimaændringer vil sandsynligvis påvirke den fremtidige udbredelse af Engelsk vadegræs (CABI 2018). Det ikke-hjemmehørende vadegræs er meget aggressiv i nye miljøer og bliver ofte den dominerende plantearart, der fortrænger den hjemmehørende flora og fauna (Roberts & Pullin 2006)

Engelsk vadegræs er en hårdfør græsart, der er meget svært at udrydde. Der har været mange forsøg på at kontrollere planten ved hjælp af bl.a. opgravning, gentagne afbrændinger, græsning og herbicid anvendelse, men der er ingen universelt accepterede bekæmpelsesmetoder.



Figur 1. Forekomster af engelsk vadegræs *Spartina anglica* (CABI 2018).

Engelsk vadegræs blev først introduceret til Vadehavet i Danmark i 1930'erne. Det første naturligt spredte vadegræs blev registreret på Vorsø i 1973 (Nehring og Adsersen 2006). De første planter blev registreret på Læsø i 1986 (Hansen 1993, Vestergaard 2000 i Randløv 2007).



Figur 2. Forekomst af Engelsk vadegræs på Læsø i 2014.

En estimering af forekomsten af engelsk vadegræs på Læsøs strandenge i 2010 angav et areal på omkring 15 hektar. I 2014 blev forekomsten af engelsk vadegræs vurderet til at dække omkring 22 hektar med en stærk østlig ekspansion og med en tilgroning af økologisk værdifulde levesteder (figur 2). Ved en GPS baseret kortlægning af den samlede forekomst af engelsk vadegræs viste den sig at være større end antaget. I alt er Engelsk vadegræs bekæmpet i et område på 29 hektar med spredte forekomster.

### Engelsk vadegræs

Engelsk vadegræs hører til i tidevandszonen. Det har en bred økologisk amplitude, hvilket betyder, at det kan sprede sig over store arealer i kystzonen (Gray et al. 1991). Planten forekommer på en række forskellige underlag, herunder ler, finkornet silt, organiske mudder, sand og grus (Gray et al. 1991) og kan tolerere oversvømmelse i ni timer eller mere, hvilket er langt i sammenligning med andre arter (NWCB 2005). Det betyder at engelsk vadegræs kan brede sig langs kystvendte saltenge, hvor der er ringe eller ingen konkurrerende vegetation (Gray et al. 1991). På bare mudderflader kan engelsk vadegræs danne tætte bestande med op til 13.000 skud/ m<sup>2</sup>.

Engelsk vadegræs spirer frem om foråret og blomstrer fra juni til september. I den produktive fase anvender planten megen energi på vækst, men der sker også en oplagring af energi i rhizomerne. Frøproduktionen er ret variabel. Pionerpopulationer producerer ofte få frø, men frøproduktionen stiger med landopbygningen. Lav jordtemperatur kan forsinke eller undertrykke blomstringen og reducere frøproduktionen. Det ser ud til, at høj frøproduktion er forbundet med sene, varme, somre (Nehring og Adsersen 2006). Frøene er relativt kortvarige, så der opbygges ikke en vedholdende frøbank. Laboratorieundersøgelser har vist, at frø opbevaret ved 4 °C i køleskab forblev levedygtige i mindst fire år. Maksimal spiring optrådte i mørke med en spiringshastighed der steg med stigende temperaturen fra 7° til 25° C. Frø der ligger mellem 1 og 3 cm nede i jorden har den bedste chance for at etablere sig (Nehring og Adsersen 2006).





Engelsk vadegræs i kystzonen på Læsø (Foto Naturstyrelsen)

Engelsk vadegræs spredes via frø, gennem vegetativ vækst og via brudstykker af rødder og rhizomer, som spredes med havstrømme, ballastvand og fugle samt gennem udplantning (Adersen 1974, Gray et al. 1991, Eno et al. 1997). Ifølge Reise (1998) overstiger strømhastigheden langs Vadehavskyst sjældent  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ , men da et drivende frø af vadegræsset kan forblive levedygtigt i uger, kan det teoretisk rejse flere tusinde km, før det går ned (Nehring and Adersen 2006).

### **Forsøg på bekæmpelse af engelsk vadegræs som led i delprojekt ACTION C4**

Forsøgene med bekæmpelse og udryddelse af engelsk vadegræs er opdelt i et demonstrationsprojekt med undersøgelse af effekten af forskellige bekæmpelsesmetoder i et blokforsøg og i et storskala projekt med henblik på udryddelse engelsk vadegræs på Læsø.

#### **Blokkforsøget**

Forsøget blev etableret i veletablerede vadegræsbevoksninger på den sydvestlige del af øen (Figur 3). For at sikre, at resultaterne af forsøget kun skyldes de udførte behandlinger, blev forsøget oprettet i et randomiseret blokdesign med seks forsøgsfelter (plots) i hver blok. Hver blok blev placeret i så homogent et område som muligt med hensyn til topografien.



Figur 3. Placering af blokforsøget på den sydvestlige kyst på Læsø

Der blev i alt etableret 10 blokke med de seks forskellige behandlinger repræsenteret en gang i hver blok. For at sikre en tilfældig fordeling af felterne med de forskellige behandlinger i hver blok blev felterne fordelt tilfældigt ved hjælp af websiden "random.org" (tabel 1).

*Tabel 1. Tilfældigt fordelte felter med de forskellige behandlinger i hver af de 10 blokke*

Block	Allocation of treatments
1	2 4 6 1 5 3
2	2 6 5 4 3 1
3	4 3 1 5 2 6
4	1 3 6 2 5 4
5	6 4 1 3 2 5
6	4 2 1 3 6 5
7	1 4 5 2 3 6
8	1 6 4 2 5 3
9	5 6 2 1 4 3
10	6 5 1 3 2 4

Hver felt måler 1 m<sup>2</sup> og indeholdt mindst 25 synlige skud af engelsk vadegræs ved begyndelsen af forsøget. Vadegræsset spredes blandt andet vegetativt og mange af de overjordiske skud er forbundet via et omfattende rodnet og rhizomsystem (Gray et al. 1991). Derfor blev alle vores felter placeret mindst ti meter fra hinanden for at sikre, at planterne kun var påvirket af forsøgsbehandlingen i det respektive felt. Afstanden mellem felter i lignende forsøg med vadegræs varierede fra en til fem meter (Hammond 2001). Forsøget blev oprettet mellem 9. og 16. juli 2014 og kørte over en vækstsæson til november 2014.

### **Udvælgelse af forsøgsbehandlinger**

De metoder, der blev afprøvet i denne undersøgelse, er baseret på en analyse af forskellige metoder, der anvendes i forsøg på at kontrollere vadegræsset (Nehring og Adsersen 2006, Roberts & Pullin 2006). Som kriterier for udvælgelsen indgik effektivitet til at svække vadegræsset, praktiske muligheder for metodernes anvendelse i større målestok og hensyn til borgernes interesser. Behandling med herbicider blev ikke medtaget i forsøgene, da lokalsamfundet på Læsø var stærkt imod brugen af herbicider på grund af de store naturværdier i kyslandskabet på Læsø.

Nedskæring af vadegræs til 10 cm's højde og tildækning med sort plastik, førte til en reduktion i skudtæthed på mere end 95 % indenfor et år i et eksperiment i Irland (Hammond og Cooper 2002). Denne behandling er også velegnet til relativt tids- og omkostningseffektiv applikation i større målestok, da nedskæring kan ske ved hjælp af slåmaskiner.

Optrækning og vending rundt af vadegræsset gav delvis genvækst i et forsøg udført i Frankrig (Cottet et al. 2007), men kan anvendes på en tids- og omkostningseffektiv måde i større målestok ved hjælp af en lille gravemaskine. Det samme gælder opgravning og fjernelse af vadegræs, som hidtil primært er anerkendt som en effektiv måde at fjerne unge planter på (Furphy 1970 i: Hammond & Cooper 2002).

Da formålet med undersøgelsen var at opnå fuldstændig udryddelse af det invasive vadegræs, håbede vi at øge den dokumenterede effektivitet af optrækning og vending rundt af vadegræsset ved at supplere med tildækning med sort plastfolie i resten af vækstsæsonen. Dette synes særligt lovende i forbindelse med denne behandling, da Hammond (2001) angiver, at kvælning "enten øger hastigheden af rod- og rhizome omsætningen eller dræber rødder og rhizomer effektivt" som

potentielt kan give genvækst efter vending af planterne. Desuden vil tildækningen skabe et underskud af lys. Dette vil sandsynligvis fremkalde stress, da sollys er en væsentlig energikilde for planternes fotosyntese (Müller-Xing et al. 2014). Anbringelse af store mængder plast i et dynamisk og natur- og miljømæssigt værdifuldt kyst økosystem er i modstrid med det oprindelige mål for naturbeskyttelse, da plastiktildækningen kan skyldes eller blæses væk på trods af fiksering. Derfor testede vi også, om et ca. 25 cm tykt lag af ålegræs, som findes i store mængder langs Læsøs kyst, er et lige så effektivt, men miljøvenligt alternativ til sort plast. Dette forventes også at skabe et underskud på lys, og nedbrydning af den ekstra biomasse kan have en tilsvarende dræbende virkning på rødder og rhizomer som plastfolie.

### Behandlinger i blokforsøget

Følgende behandlinger blev afprøvet i blokforsøget:

- Nedskæring og tildækning med sort plastic
- Oprækning og vending 180° af de optrukne planter
- Opgravning

Tabel 2 indeholder et overblik over behandlingerne og en kort beskrivelse af udførelsen.

Tabel 2. Beskrivelse af alle behandlinger i blokforsøget

Nummer	Forkortet betegnelse	Udførsel
1	Up + sea grass	Optrækning og vending 180° af vadegræsset udført en gang med spade, tildækning resten af vækstsæsonen med et 25 cm tykt lag af ålegræs holdt fast med et fintmasket net fæstnet med træpæle
2	Up + plastic	Optrækning og vending 180° af vadegræsset udført en gang med spade, tildækning resten af vækstsæsonen med sort plastic holdt fast ved hjælp af træpæle, sand og sten.
3	Digging	Opgravning af et ca. 25 cm dybt jordlag med spade
4	Cut + plastic	Nedskæring en gang af vadegræsset til ca. 2 cm's højde med havesaks, tildækning resten af vækstsæsonen med sort plastik holdt fast ved hjælp af træpæle, sand og sten
5	Cut + sea grass	Nedskæring en gang af vadegræsset til ca. 2 cm's højde med havesaks, tildækning resten af vækstsæsonen med et 25 cm tykt lag af ålegræs holdt fast med et fintmasket net fæstnet med træpæle
6	Control	Ingen behandling



*Nadine Rudolph demonstrerer behandling nr. 2, optrækning og tildækning med sort plastik.  
(Foto Rita Merete Buttenschøn)*

### **Data indsamling**

For at bestemme den mest effektive metode til udryddelse af vadegræs, er plantens dødelighed ved de forskellige behandlinger den mest relevante informationskilde (responsvariable). Dødeligheden er baseret på den gennemsnitlige forskel på det totale antal levende vadegræsstængler i juni, før behandlingerne, og i november da eksperimentet sluttede. På grund af vadegræs tætte vækst, blev antallet af levende stængler i juni talt i kvadrater på 20 x 20 cm, og herefter ganget med 25 for at opnå et godt estimat for det totale antal vadegræsstængler i hvert felt.

Desuden registrerede vi, i hvor mange felter, for hver behandling, der forekom genvækst, for også at udregne dødeligheden på feltniveau. Eftersom selv et enkelt vadegræs plante er en potentiel kilde til reetablering (Gray et al. 1991), er dette vigtig supplerende information for en ordentlig tolkning af plantens dødelighed og identificere den mest effektive behandling.





*Behandling nr. 3: Opgravning med fjernelse af et ca. 25 cm dybt jordlag med en spade og fjernelse af planter (foto: Rita Merete Buttenschøn)*

I øvrigt er ændringer i plantens fysiske egenskaber en væsentlig informationskilde, for bedre at forstå effekten af hver behandling på vadegræs i tilfælde af genvækst. Sollys er eksempelvis ”et vigtigt miljømæssigt signal til regulering af vækst og udvikling” (Müller-Xing et al. 2014). Derfor samlede vi også data for følgende responsvariable på 15 tilfældige stængler i hvert felt. Dette blev gjort i alle felter i juni og gentaget i felter med vadegræs i november:

- Total plantehøjde
- Antallet af blade per stængel
- Længden af det længste blad per stængel

### **Dataanalyse**

Til den statistiske dataanalyse udregnede vi allerførst den gennemsnitlige forskel mellem juni og november for hver responsvariable og felt. Dette data blev herefter brugt til yderligere analyse i ”Statistics” (R 3.1.2 GUI 1.65 Snow Leopard build (6833)). Under hensynstagen til vores undersøgelsesdesign, analyserede vi vores data for hver responsvariable med en lineær mixed effekt model (LMM). Desuden udførte vi også post-hoc Tukey HSD test for at identificere signifikante forskelle mellem behandlingerne for hver responsvariable. For at opfylde antagelserne om normalfordeling, blev ”talte” responsvariable ”antallet af levende vadegræsstængler per felt” og ”antallet af blade per stængel” kvadratrodstransformeret (McDonald 2009)

### **Resultater**

Resultaterne af de lineær mixed effekt modeller viser en signifikant ( $p < 0,05$ ) behandlingseffekt på alle fire responsvariable. Mens behandlingseffekten på dødeligheden og det gennemsnitlige antal blade per stængel har et højt signifikansniveau ( $p < 0,0001$ ), er signifikansniveauet for behandlingseffekten på den gennemsnitlige totale plantehøjde og længden af det længste blade en smule mindre (Tabel 3).

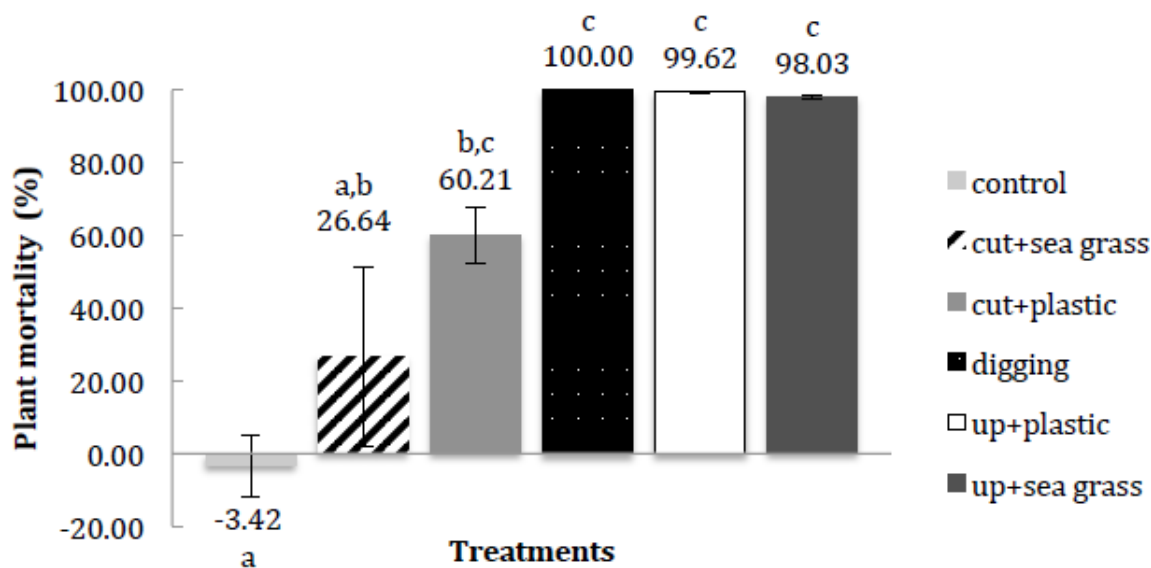
*Tabel 3. Resultaterne af LMM-modellerne viser en signifikant behandlingseffekt på alle responsvariable (P-værdi < 0.05)*

Responsvariable	Num. DF	Den. DF	F-værdi	P-værdi
Dødelighed	5	45	9,103	<0.0001
Plantehøjde	4	27	6.953315	0.0006
Antal blade	4	27	27.215	<0.0001
Længden af længste blad	4	27	6.726912	0.0007

### **Dødelighed på plante- og feltniveau**

Dødeligheden på planteniveau giver information om hvor meget antallet af levende vadegræsskud i gennemsnit blev reduceret ved hver behandling i løbet af en vækstsæson. Resultaterne viser, at under naturlige omstændigheder, steg antallet af levende vadegræsstængler i gennemsnit med 3,42 % mellem juni og november. I modsætning havde alle behandlede felter færre levende vadegræsskud i november, end de havde før behandlingerne blev udført i juni – men med forskel i dødeligheden mellem behandlingerne.

Opgravning "Digging" er den eneste behandling med en dødelighed på 100 %, både på plante- og feltniveau. Men behandlingerne optrækning og tildækning med plastik "up+plastic" og med ålegræs "up+sea grass" viser også meget høje dødelighedsrater på næsten 100 % (Figur 4). Derfor er deres dødelighed på planteniveau heller ikke signifikant forskellig fra opgravning. Selvom forskellen mellem "up+plastic" (99,62 %) og "up+sea grass" (98,03 %) ikke er signifikant forskellige, er dødeligheden for "up+plastic" stadig en smule højere. Dette bliver også mere tydelig når der ses på dødelighed på feltniveau. Mens "up+plastic" har genvækst i to ud af ti felter (80 % felt dødelighed), er der genvækst i "up+sea grass" i alle på nær et felt (10 % felt dødelighed).



Figur 4. Gennemsnitlig dødelighed i % opnået ved hver behandling mellem juni og november 2014. Bogstaverne indikerer signifikante forskelle mellem behandlingerne ( $p < 0,05$ ).

I modsætning til dette, så er dødeligheden for begge behandlinger med slåning tydeligt lavere, og alle behandlede felter har genvækst af vadegræs i november (0% felt dødelighed). Det totale antal levende vadegræsstængler i felter behandlet med afskæring og tildækning med ålegræs ”cut+sea grass” blev kun reduceret med 26,64 % i gennemsnit – men med store variationer mellem blokkene. Derfor er ”cut+sea grass” også den eneste behandling, hvor antallet af levende vadegræsstængler ikke er signifikant forskelligt fra kontrollerne. Behandlingen med afskæring og tildækning med plastik ”cut+plastic” opnåede en dødelighed på 60,21 %. Men dette resultat er dog kun signifikant fra kontrollen, og altså ikke signifikant forskellig fra nogle af de andre resultater.

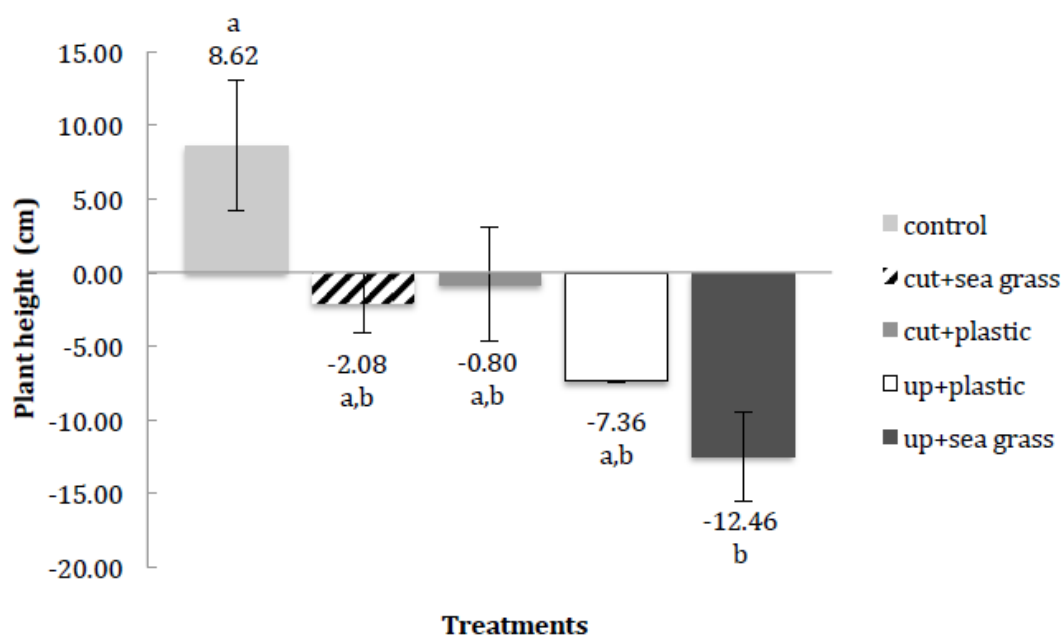
### Forskel i den totale plantehøjde

Forskellen i den gennemsnitlige totale plantehøjde af vadegræs mellem juni og november er en af de responsvariable den giver information om, hvordan hver behandling påvirker vadegræs som er i stand til at reetablere sig på trods af behandling. Resultaterne viser, at den gennemsnitlige totale plantehøjde stiger med 8,62 cm under naturlige forhold gennem vækstperioden. Modsat, så er den gennemsnitlige totale plantehøjde af vadegræs med genvækst mindre i næsten alle behandlede felter i november måned, end den var før behandlingerne blev udført i juni. Dog er optrækning og tildækning med ålegræs den eneste behandling, hvor den gennemsnitlige totale plantehøjde er signifikant forskellig fra kontrollen (Figur 5).

Selvom det ikke er statistisk signifikant, er der en tydelig forskel mellem de to behandlinger med optrækning. Vadegræsskud som har haft genvækst på trods af behandlingen med optrækning og tildækning med plastik, er kun 7,36 cm kortere end før behandlingens udførsel. De skud med genvækst på trods af behandlingen med optrækning og tildækning med ålegræs er til gengæld 12,46 cm kortere end i juni. Et tilsvarende mønster gør sig gældende mellem de to behandlinger med afskæring, selvom de er mindre tydelige. Genvækst af vadegræsskud efterbehandlet med tildækning med plastik er i gennemsnit kun 0,80 cm kortere end de var i juni. Vadegræs efterbehandlet med tildækning med ålegræs er til gengæld i gennemsnit 2,08 cm kortere end i juni.

Sammenlignes forskellene i den gennemsnitlige totale plantehøjde for de to behandlinger med

afskæring med begge behandlinger med optrækning, så er planter med genvækst generelt vokset mindre ved optrækning end dem der blev afskåret.



Figur 5. Forskelle i gennemsnitlig total plantehøjde opnået ved hver behandling mellem juni og november 2014. Bogstaverne indikerer signifikante forskelle mellem behandlingerne ( $p < 0,05$ ).

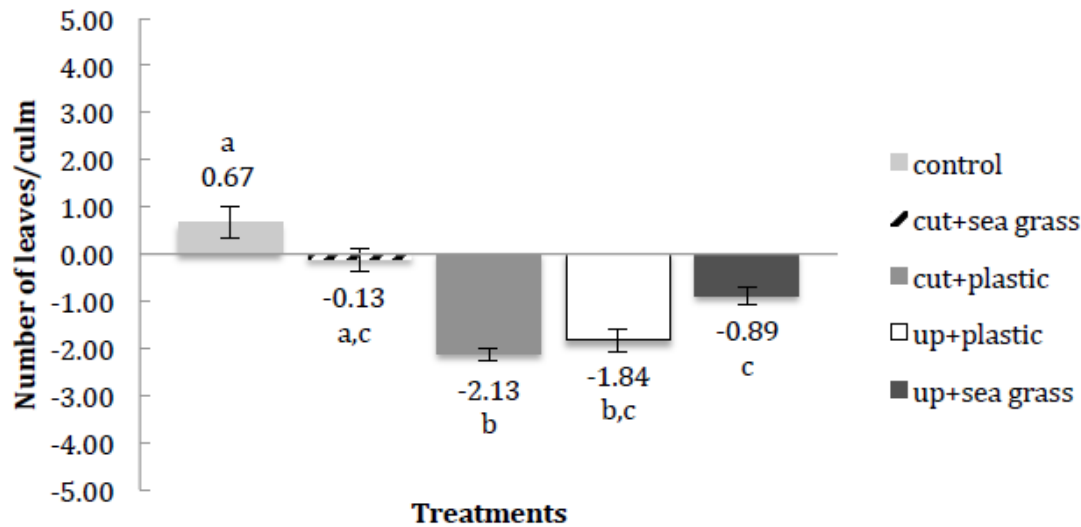
### Forskelle i antal blade per stængel

En anden indikator for effekten af hver behandling på de vadegræsstængler med genvækst, er forskellen i antallet af blade per stængel mellem juni og november. Antallet af blade steg i gennemsnit med 0,67 blade under naturlige forhold, mens alle behandlinger modvirkede denne udvikling – dog med signifikant forskellig udstrækning mellem behandlingerne.

Vadegræs med genvækst, på trods af behandlingen med afskæring og tildækning med ålegræs udviste den laveste forskel i det gennemsnitlige antal blade per stængel. Med kun 0,13 færre blade per stængel, var det således den eneste behandling der ikke udviklede sig signifikant forskelligt fra kontrollen (Figur 6).

I modsætning til dette, så havde vadegræs med genvækst efter behandlingen med afskæring og tildækning med plastik i gennemsnit 2,13 færre blade på stængel. Dermed er der også signifikant forskel mellem de to slåningsbehandlinger.





Figur 6. Forskel i gennemsnitlig antal blade per stængel opnået ved hver behandling mellem juni og november 2014. Bogstaverne indikerer signifikante forskelle mellem behandlingerne ( $p < 0,05$ ).

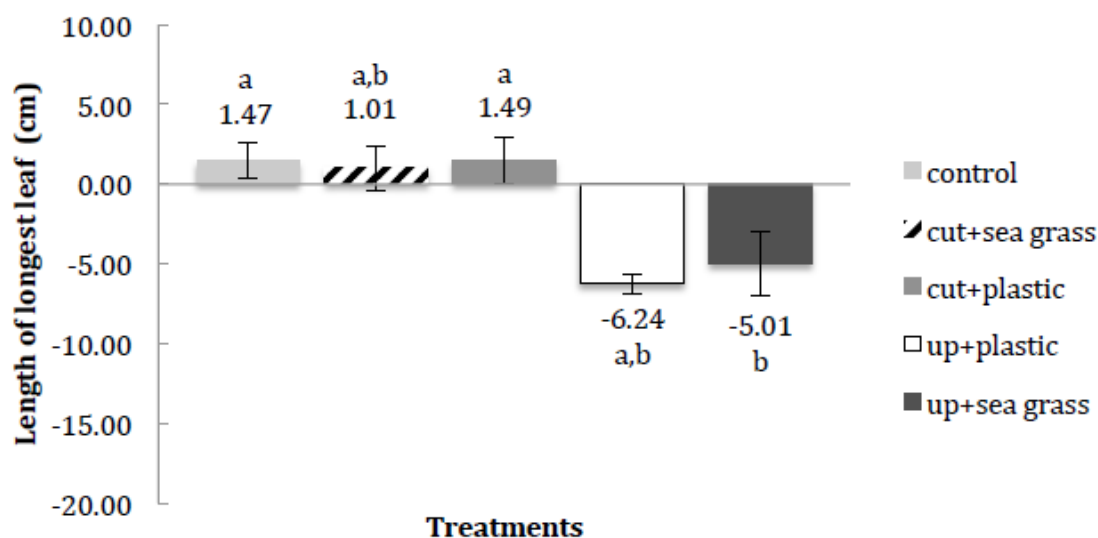
Det samme mønster forekommer også ved de to behandlinger med optrækning. Mens individer med genvækst efter tildækning med ålegræs i gennemsnit har 0,89 færre blade per stængel sammenlignet med før behandlingen, så har planter efter tildækning med plastik i gennemsnit 1,84 færre blade. Forskellen er dog ikke statistisk signifikant. Til gengæld viser resultatet, at det gennemsnitlige antal blade per stængel ikke er signifikant forskelligt i felter behandlet med afskæring og tildækning med ålegræs og felter behandlet med optrækning og tildækning med ålegræs. Det sammen gør sig gældende mellem behandlingerne afskæring og optrækning med tildækning med plastik.

### Forskelle i længden af det længste blad per stængel

Forskellen i den gennemsnitlige længde af det længste blad per stængel giver også information om effekten af de forskellige behandlinger på vadegræs. Som for de andre responsvariable, så øges længden af det længste blad med 1,47 cm under naturlige forhold. Stort set det sammen er også tilfældet for begge behandlinger med slåning. Mens det længste blad på vadegræsstænglerne behandlet med afskåret og tildækning med ålegræs i gennemsnit er 1,01 cm længere end i juni, så er det i gennemsnit hele 1,49 cm længere i felter efterbehandlet med tildækning med plastik. Det betyder også, at det længste blad i felter efterbehandlet med tildækning med plastik er selv en smule længere end i kontrollerne – om end det ikke er statistisk signifikant.

I modsætning til behandlingerne med afskæring, så er gennemsnitlængden på det længste blad per skud i begge behandlinger med optrækning tydeligt kortere i november, end det var før behandlingerne i juni.





Figur 7. Forskel i gennemsnitlig længde af det længste blad opnået ved hver behandling mellem juni og november 2014. Bogstaverne indikerer signifikante forskelle mellem behandlingerne ( $p < 0,05$ ).

### Resumé af resultater

Sammenfattende viser resultaterne, at mængden af levende stængler, den gennemsnitlige samlede plantehøjde, det gennemsnitlige antal blade per stængel og den gennemsnitlige længde af det længste blad per stængel øges i løbet af en vækstsæson i den ubehandlede kontrol. Til gengæld modvirker alle de gennemførte behandlingerne i nogen grad denne udvikling af vadegræs. Men der er nogle signifikante forskelle mellem behandlingerne og dens virkning på planterne.

Opgravning ”digging” er den eneste behandling der er uden genvækst af vadegræs i slutningen af vækstsæsonen. Begge behandlinger med optrækning ”up+plastic” og ”up + sea grass” viser også plantedødelighed tæt på 100 %, men afviger væsentligt fra hinanden med hensyn til dødeligheden på feltniveau. Ved at se de andre responsvariabler er der også klare forskelle mellem ”up + plast” og ”up + sea grass”, selv om disse ikke er statistisk signifikante.

Det generelle mønster af disse forskelle er også tydeligt mellem de to behandlinger med nedskæring af vadegræsset. Behandlingen med ”cut + sea grass” er den eneste behandling, hvor planterne ikke udviklede sig væsentligt anderledes end i den ubehandlede kontrol med hensyn til de forskellige responsvariabler. I det følgende vil vi diskutere for hver responsvariabel, hvad disse resultater viser om effektiviteten af de enkelte behandlinger og drage konsekvenser heraf for forvaltning af engelsk vadegræs.

### Diskussion af resultaterne

Dødeligheden af hver behandling på hhv. plante- og feltniveau er den bedste kilde til information i forhold til målet om at identificere den mest effektive behandling til at udrydde engelsk vadegræs. Opgravning er den eneste behandling med en dødelighed på 100 % på planteniveau og kan derfor betragtes som den mest effektive behandling. Selvom behandlingerne optrækning og tildækning med sort plastik ”up + plast” og optrækning med tildækning med ålegræs ”up + sea grass” ikke adskiller sig væsentligt fra opgravning i forhold til plantedødeligheden, skal de stadig betragtes som mindre effektive end opgravning, fordi dødeligheden er 80 % for ”up + plastic” og kun 10 % for ”up + sea grass” på feltniveau. Da en enkelt levende vadegræsplante er nok til reetablering af en bevoksning i stor skala og til yderligere spredning af arten (Gray et al. 1991), vil vadegræsset sandsynligvis være

fuldt retableret i 20 % af de felter, der er behandlet med "up + plast" og i 90 % af de felter, der behandles med "up + sea grass" i løbet af kort tid.

Med hensyn til dødeligheden af nedskæring af vadegræs med hhv. tildækning med plastik "cut + plastic" og med tildækning med ålegræs "cut + sea grass" bliver det endnu mere tydeligt, at opgravning er den mest effektive behandling til at udrydde vadegræs. Med en gennemsnitlig dødelighed på 26,64 % på planteniveau og en dødelighed på 0 % på et feltniveau udviklede vadegræs, der var behandlet med "cut + sea grass", sig ikke signifikant anderledes end i ubehandlet kontrol. Derfor kan denne behandling betragtes som helt ineffektiv til rydning af vadegræs. Også "cut + plastic" kan kun betragtes som en smule mere effektiv med en dødelighed på 60,21 % på planteniveau. Dermed er behandlingen statistisk ikke signifikant mindre effektiv end opgravning, "op + plast" og "op + havgræs", men plantedødeligheden er stadig meget lavere og adskiller sig ikke væsentligt fra "cut + sea grass (26,64 %). Desuden viser "cut + plastic" også en dødelighed på 0 % på et feltniveau. Dermed kan vi forvente fuldstændig retablering af vadegræsset i løbet af kort tid.

Disse resultater er lidt i modstrid med den nuværende litteratur og de nuværende anbefalinger til bekæmpelse af vadegræs. Opgravning og fjernelse af alt plantemateriale hævdes kun at være effektivt til udryddelse af mindre bevoksninger <50 cm i diameter. Dette skyldes, at alle fragmenter af rødder og rhizomer skal fjernes fra jorden for at undgå genvækst (Hedge et al. 2003). På større bevoksninger er dette ikke praktisk, da rødder og rhizomer kan findes så dybt nede som en meter under overfladen (Furphy 1970 i Hammond & Cooper 2002). I overensstemmelse hermed er maskinel udgravning i stor skala rapporteret som mislykket på grund af fragmenter af rhizomer efterladt i jorden (Shaw og Falls 1999). En rapport fra British Columbia understøtter dette yderligere ved at angive, at fjernelse ved opgravning af vadegræsbevoksninger over tre meter i diameter ikke kan gøres. Selv ved bekæmpelse af mindre bevoksninger er det ekstremt tids- og ressourcekrævende at fjerne alle rødder og rhizomer (Williams et al. 2004).

De eksperimentelle felter i dette forsøg er på 1 m<sup>2</sup>, og langt størstedelen af felterne blev placeret i store veletablerede bevoksninger af vadegræs. Som følge heraf var det ikke praktisk muligt at grave alle rødder og rhizomer op af jorden. I stedet opgravede vi ca. 25 cm af det øverste jordlag, hvilket efterlod mange rod- og rhizomfragmenter, som en levedygtig kilde til genvækst i det underliggende jordlag.



*Billeder af felter behandlet med opgravning hvor ca. 25 cm af det øverste jordlag blev fjernet. Foto (a) viser hvordan feltet begyndte at blive vandfyldt kort efter etableringen i juni. Foto (b) viser at det stadig er vandfyldt i august trods de omgivende arealer er tørre. Foto (c) viser feltet i November, hvor det omgivende areal ligeledes er vanddækket (Fotos Nadine Rudolph).*

Men som billederne ovenfor viser, fyldtes felterne med vand lige efter opgravningen og forblev for det meste oversvømmet gennem hele vækstsæsonen. Oversvømmelse på mere end ni timer i træk er kendt som en begrænsende faktor for vadegræsset og anerobe forhold i rodzonen som følge af høj

vandstand medfører en reduktion af planten (Gray et al. 1991, Li et al. 2011). Det er derfor sandsynligt, at den langsigtede oversvømmelse spiller en central rolle for den store effektivitet af opgravning i dette studie. Til gengæld indebærer dette også, at udgravning af 25 cm jord, hvor rod- og rhizomfragmenter efterlades i jorden, kun kan være lige så effektive som i dette forsøg, hvis behandlingen følges op af opfyldning med vand.

Optrækning og vending rundt af vadegræs rapporteres at resultere i delvis genvækst (Cottet et al. 2007). Under vendingen af vadegræsplanterne skæres rødder og rhizomer af i omkring 25 cm's dybde i jorden, og planten begravnes med rødderne opad. Dette starter en nedbrydningsproces af det nedgravede plantemateriale, der skaber "iltfattige forhold i sedimentet med en stærk sulfidluft" (Cottet et al. 2007). Disse forhold relateres ligeledes til en naturlig gradvis hendøen hos vadegræsset (Gray et al. 1991) og vil sandsynligvis dræbe de resterende rødder og rhizomer i jorden.

Ikke desto mindre er de rod- og rhizomfragmenter, der opstår som følge af behandlingen, også en kilde til potentiel genvækst. For at undgå dette supplerede vi behandlingen med hhv. plastfolie og et lag ålegræs i resten af vækstsæsonen. Selvom der ved begge behandlinger stadig sker en delvis genvækst, viser resultaterne, at plastfolie øger effektiviteten mere end et lag af ålegræs. Som tidligere nævnt er forskellen mellem de to behandlinger ikke signifikant med hensyn til dødeligheden på planteniveau, men forskellen er tydelig på feltniveau. Vi kan forvente fuld retablering af vadegræsset i 9 ud af 10 felter behandlet med optrækning og tildækning med ålegræs men kun i 2 ud af 10 felter behandlet med optrækning og tildækning med sort plastik. Dette gør sidstnævnte behandling klart mere effektiv end tildækning med ålegræs i forhold til at udrydde vadegræsset.

Et lignende mønster, dog lidt mindre tydeligt, ses mellem de to behandlinger med afskæring i 2 cm's højde. Vadegræsset forventes fuldt ud at retablere sig ved begge behandlinger (0 % dødelighed på feltniveau). Også forskellen i dødeligheden på planteniveau mellem de to behandlinger er ikke statistisk signifikant på grund af stor variation i dataene (se fejllinjen "cut + sea grass" i figur 4. Men "cut + plastic" (60,21 %) viser klart større gennemsnitlig dødelighed på planteniveau end "cut + sea grass" (26,64 %).

Desuden tyder den lille effekt af afskæring og tildækning med ålegræs at hverken afskæring eller tildækning med ålegræs har en signifikant negativ effekt på vadegræsset. Dette understøttes af resultater fra et eksperiment i Irland, som viser, at en gangs klipning af vadegræs endda kan øge stængel tætheden (Hammond 2001). Resultater fra Tasmanien fastslår, at afskæring af vadegræs har ringe effekt undtagen i forhold til reduktion af frøproduktion (Bishop 1996, Lane 1996 i Shaw & Falls 1999). Baker et al. (1990) foreslår endda at anvende afskære som en god teknik til at hjælpe vadegræs til at retablere sig efter olieudslip. Alt dette tyder på, at den sorte plastfolie sandsynligvis er hovedårsagen til den lidt større effektivitet ved afskæring med tildækning med plastik. Ikke desto mindre er den observerede dødelighed på planteniveau for "cut + plastic" (60,21 %) tydeligt lavere end hvad der er opnået ved denne behandling i tidligere forsøg andre steder. Hammond (2001) observerede en reduktion i frekvens på mere end 95 % i felter behandlet med "cut + plastic" og Roberts & Pullin (2006) rapporterer om en gennemsnitlig reduktion i plante tæthed på 97,9 % ved denne behandling. I betragtning af at tildækning med sort plastik antages at "enten øge nedbrydningen af rødder og rhizomer eller dræbe dem" (Hammond 2001), er der grund til at tro, at designet af vores eksperiment reducerede effektiviteten af "cut + plastic" i dette studie. Vi afskærer og tildækker kun et areal på 1m<sup>2</sup> med sort plastik beliggende i en større vadegræsbevoksning. Som følge af vadegræssets vegetative formering med dannelse af nye kloner (Gray et al. 1991) er det sandsynligt, at mange af de behandlede planter stadig er forbundet med vitale planteskud uden for det behandlede område. Denne forbindelse kan have været afgørende for at de behandlede skud,

rødder og jordstængler holde sig i live. Derfor kan "cut + plastic" vise sig meget mere effektivt, når det anvendes på mindre isolerede forekomster af vadegræs eller på en hel, større bevoksning.

### **Forskel i den gennemsnitlige samlede plantehøjde**

Sammenligning af den gennemsnitlige samlede plantehøjde af vadegræs før forsøgsbehandlingen i juni og den gennemsnitlige plantehøjde i genvæksten i november er ligeledes en værdifuld kilde til mere præcise konklusioner om effekten af hver behandling. Oprækning og tildækning med ålegræs er den eneste behandling, hvor den gennemsnitlige samlede plantehøjde hos vadegræs udviklede sig væsentligt anderledes end i ubehandlet kontrol.

Desuden viser undersøgelsen to interessante resultater. Først og fremmest nåede de afskårne planter generelt en genvækst tættere på den oprindelige plantehøjde i juni end planter, der blev behandlet med oprækning (se figur 5). Dette er en indikator på, at det tager længere tid at spire fra et fragment af rhizomer og rødder end fra en stængel. For det andet er den gennemsnitlige samlede plantehøjde af vadegræs stænglerne tættere på den indledende gennemsnitlige samlede plantehøjde for begge behandlinger, hvor der indgår tildækning med plastik, end den er til dem, der er dækket af et lag af ålegræs. Der er ved behandlingen med afskæring og tildækning med plastik endda en tendens til en stigning i den gennemsnitlige samlede plantehøjde i forhold til juni (se figur 5). Dette er en anden indikator for, at sort plast er mere effektiv end et lag af ålegræs til at vedligeholde en stresspåvirkning som følge af manglende lys. Som en reaktion på manglen på lys strækker planterne sig typisk og øger den samlede plantehøjde (Pfadenhauer 1997).



*Billeder tager fra november efter behandling med afskæring og hhv. tildækning med sort plastik og med et lag ålegræs. (Fotos Nadine Rudolph).*

Det bliver endnu mere tydeligt, når man ser billederne fra november. Disse viser genvækst af vadegræs ved hhv. afskæring med tildækning med sort plastik og med ålegræs. Den lyse gule farve af planterne, der var dækket af sort plast, indikerer, at der har været mangel på lys. Ved mangel på lys reduceres planternes produktion af klorofyl, som giver planterne den grønne farve (Carter og Knapp 2001). Desuden ligger vadegræssets blade stort set fladt ovenpå plastikken, mens genvæksten af vadegræs på tildækning med ålegræs har mere oprejste og grønne blade. Dette er en klar indikator af, at sort plast er mere effektiv til at undertrykke planten og opretholde et underskud af lys end et lag af ålegræs. Sidstnævnte er mere gennemtrængelig, og vadegræsset synes ikke at have nogen vanskeligheder med at vokse igennem laget af ålegræs. Dette understreger, at vadegræs er en robust plante (Thompson 1991). Ålegræs er rig på næringsstoffer og kan derfor endda have en gødningsvirkning, der fremmer væksten af vadegræs (Chapman og Roberts 2006). Disse resultater



understøtter alt i alt endvidere vores tidligere antagelse om, at et lag ålegræs ikke er lige så effektivt som sort plast til at bekæmpe engelsk vadegræs.

### **Forskel i det gennemsnitlige antal blade**

Forskellige miljøbelastninger påvirker udviklingen af blade på en plante. Resultatet af LMM afslører en signifikant effekt ( $p < 0,0001$ ) på det gennemsnitlige antal blade pr. stængel (Tabel 3). Dette viser, at afskæring og tildækning med ålegræs igen er den eneste behandling, hvor det gennemsnitlige antal blade pr. stængel ikke udviklede sig væsentligt anderledes end i ubehandlet kontrol (Figur 6).

Behandlingen er ikke effektiv og at et lag af ålegræs udgør ikke en alvorlig stressfaktor for vadegræsset. Endvidere tyder resultaterne på, at der udvikles det gennemsnitlige antal blade pr. stængel ved behandlingerne afskæring med tildækning med ålegræs og tildækning med plastik såvel som ved optrækning og tildækning med hhv. ålegræs og plastik. Begge behandlinger med tildækning med sort plast viser i gennemsnit færre blade pr. stængel i november i forhold til juni end ved tildækning med ålegræs. Selvom kun resultaterne af afskæring med tildækning med hhv. ålegræs og plastik adskiller sig væsentligt fra hinanden, er det generelle mønster meget klart.

Resultaterne underbygger vores tidligere antagelse om, at sort plast er mere effektiv end ålegræs. Planter udvikler blade for at absorbere sollys, og det er en almindelig reaktion, at planter, der lider under et lysunderskud, får færre blade pr. stængel end under optimale forhold. Dette er i tråd med vores tidligere resultater og støtter vores tidligere antagelse om, at sort plasttildækning i modsætning til et lag af ålegræs kan give en stresspåvirkning på vadegræs som følge af mangel på lys.

### **Forskel i længden af længste blad**

Endelig viser resultaterne, at behandlingerne har en forholdsvis lille effekt på udviklingen af det længste blad per stængel. Optrækning og tildækning med sort plastik er den eneste behandling, der viser en betydelig forskel i forhold til ubehandlet kontrol. På planter behandlet med afskæring og tildækning med hhv. ålegræs og plastik steg længden af det længste blad næsten nøjagtigt som i ubehandlet kontrol. Dette er nok en indikator af manglende effekt af afskæring og tildækning med ålegræs da vadegræs-skud udvikler sig som i ubehandlet kontrol, når de vokser gennem lag af ålegræs. Den betydelige forskel mellem afskæring med tildækning med ålegræs og optrækning med tildækning af ålegræs understøtter på den anden side vores tidligere antagelser om, at et lag af ålegræs ikke har en signifikant negativ effekt på vadegræs, og at det tager længere tid for nye skud at spire og udvikle sig fra fragmenter af rødder og rhizomer, end det gør fra stængler under genvækst efter nedskæring.

Den observerede gennemsnitlige stigning i længden af det længste blad på planter behandlet med afskæring og tildækning med plastik skyldes en unøjagtighed i dataindsamlingen, fordi disse skud hovedsageligt bestod af kun et eller to blade (se figur 7), hvor det var svært at skelne mellem stammen og det længste blad.

### **Konsekvenser for forvaltningen**

Fra et natur- og miljømæssigt perspektiv bør beslutninger ikke kun baseres på effektiviteten af en behandling, men også på overvejelser om eventuelle yderligere konsekvenser i forbindelse med behandling i stor skala. Med hensyn til effektiviteten er opgravning den bedst egnede til udryddelse af engelsk vadegræs, men optrækning og tildækning med sort plastik viste sig også meget effektiv. Derfor er begge disse behandlinger værd at overveje til anvendelse i større målestok. Den tidevandszone ved Læsø, der er invaderet af vadegræsset, er et ekstremt dynamisk system, præget af en løbende jordstigning. Dette fremmer en konstant udvidelse af saltengene og fremkomsten af nye småøer (Naturstyrelsen 2014). I denne sammenhæng er det vigtigt at bemærke, at vadegræsset også betragtes som et middel til at opbygge landarealer, fordi den stabiliserer mudderflader og forbedrer



sedimenttilvækst (Gray et al. 1991, Balke et al. 2012). Den blev oprindeligt plantet for at forhindre kysterosion (Doody 1990). Derfor må man være opmærksom på, at vadegræs kan spille en betydelig rolle for dannelse af nye strandenge, og at fjernelsen sandsynligvis vil have en omvendt effekt. Især fjernelsen af vadegræsset langs kysten vil gøre området mere sårbart over for bølge erosion og kan bidrage til et tab af strandenge i den sydlige del af Læsø (Paramor og Hughes 2007).

Der er især tale om væsentlige indgreb ved opgravning i større målestok med fjernelsen af ca. 25 cm af det øverste jordlag, der sænker det topografisk niveau og oversvømmer de berørte områder. Oversvømmelse har betydning for effektiviteten af behandlingen, men det er ikke klart, hvor længe det vil tage for disse områder at blive fyldt op med sediment og igen blive stabil. Den største udfordring i forbindelse med opgravning er bortskaffelse af store mængder af ”jord-affald”. En mulig løsning er at begrave det i 2-3m dybe huller som det blev gjort i British Colombia (Williams et al. 2004). Behandlingen med optrækning og tildækning med sort plastik producerer til gengæld ikke affaldsmateriale undtagen plastik, som let kan bortskaffes i et genbrugscenter. Denne behandling påvirker heller ikke det topografiske niveau, og de behandlede jordflader kan gro til med hjemmehørende vegetation i løbet af de følgende vækstsæsoner (Andreu og Vilà 2011).

Udryddelse af den invasive vadegræs kræver helt sikkert flere behandlinger, da enkelte genvækster af vadegræs sandsynligvis vil forekomme. Det vil kræve omhyggelig overvågning og målrettet efterbehandling, f.eks. ved manuel fjernelse af genvækst i mindst en vækstperiode. Men regelmæssig overvågning af området bør ske i årene efter rydning, fordi tidlig opdagelse og udryddelse er den bedste måde at kontrollere vadegræs på (Nehring og Hesse 2008).

Oprykning og tildækning med sort plastik vil også kræve omhyggelig overvågning under processen for at sikre, at tildækningen forbliver på den ønskede placering. Da vi ikke havde nogen problemer med at tildækningen forsvandt under vores forsøg vurderer vi, at tildækning med mindre stykker plastik er det sikreste, og tildækning af større områder med fordel kan anvende plastik opdelt i mindre stykker. Metoden med tildækning vil påvirke brugere af området. Plastik er helt sikkert en distraktion i det naturskønne landskab, og forrådnelsen af planterne kan skabe en ubehagelig lugt (Cottet et al. 2007). Desuden skaber oprykning og vending rundt af planterne en ujævn overflade, der kan blive en potentiel kilde til skade for brugere af området. Det kan ikke ud fra undersøgelserne siges noget om hvor lang tid gendannelse af området vil tage

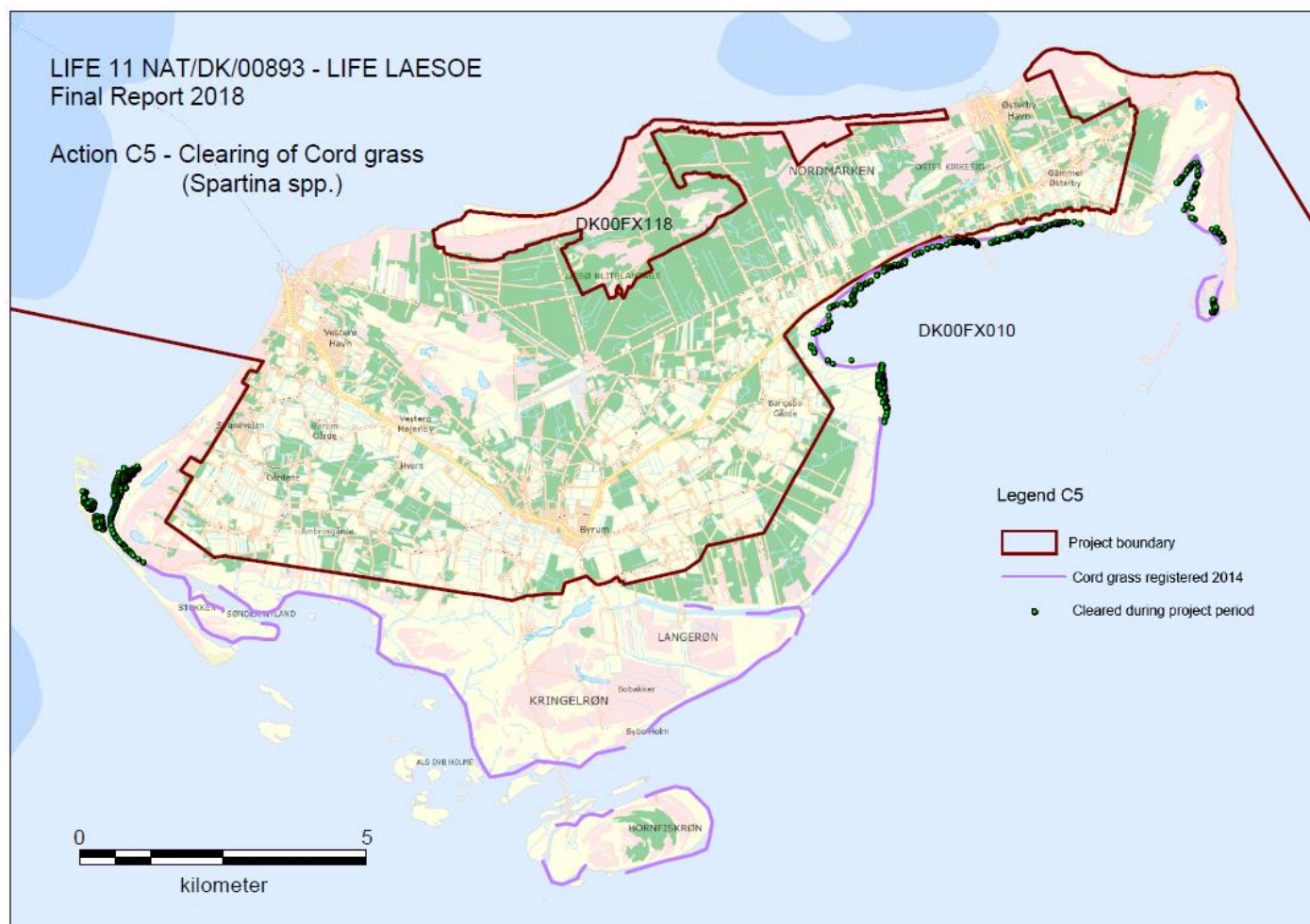
Bortset fra dette er der intet, der tyder på, at en storskala anvendelse af en af disse behandlinger vil have en negativ indvirkning på det naturlige økosystem. Dominans af den invasive vadegræs har en negativ effekt for hjemmehørende planter og dyr, det kan have alvorlige konsekvenser for vandfugle og systemets samlede biodiversitet og økosystem funktion, hvis den ikke kommer under kontrol (Tang og Kristensen 2010).

### **Konklusion og anbefalinger**

På baggrund af de gennemførte forsøg kan det konkluderes at opgravning er den mest effektive metode, tæt efterfulgt af oprykning med tildækning med sort plastik. Afskæring af vadegræsset med efterfølgende tildækning af med sort plastik kan være værd at prøve på små, isolerede forekomster af vadegræs eller på hele fladen hvor der findes vadegræs.

## Stor-skala forsøg

Opgravning blev valgt som den vigtigste metode til i stor-skala forsøget baseret på resultater og anbefalinger fra blokeksperimenterne. Gravningen blev startet i foråret 2015, så snart vejret tillod arbejdet at begynde. Gravning startede i det nordøstlige hjørne af øen og fulgte kystlinjen og indløbene mod sydvest (Figur 8). Vadegræsset blev gravet op af en gravemaskine og det blev begravet i dybe grøfter udgravet i nærheden (beskrevet som hollandsk ditching).



Figur 8. Forekomst af engelsk vadegræs i 2014 og vadegræs udryddet i 2018.

Opgravningen syntes at være en velegnet metode, og overvågningen i foråret 2016 viste ingen genvækst af vadegræs. Desværre har projektet - som omtalt i fremskridtsrapport 2016 – mødt offentligt modstand, som også hurtigt blev til et politisk problem, der satte arbejdet i stå. Dette resulterede i en forespørgsel og diskussion med myndigheder. Projektet blev endeligt godkendt af Kystinspektoret den 15. juni 2016, men der var også behov for accept fra private grundejere. Der var en offentlig bekymring om brugen af nedgravning af planterne "hollandsk ditching" af frygt for at der ville opstå områder med blød bund, der kunne forårsage problemer for ridning. For at modvirke dette blev der foretaget nogle tests, og de behandlede områder blev overvåget. Der har ikke været tegn på, at havbunden bliver blød ved behandlingerne.

Behandlingen med at opgrave vadegræs og begrave planterne blev fortsat i 2017, og udryddelsen af 29 hektar engelsk vadegræs er afsluttet.

Græsning er blevet brugt i kombination med opgravning op i en del af projektområdet. Men størstedelen af de områder, der var tilgroet med vadegræs, er udenfor de områder, der er indhegnede til græsning. Et græsningsprojekt med hyrdede får uden for de indhegnede områder (Action C6) viste en vis effekt på vadegræsset. Fåregræsningen reducerer vadegræssets produktion af frø og deres bladmængde. Effekten af græsningen er en hjælp for behandlingen med opgravning og nedgravning af planterne, da der er en mindre plantevolumen, der skal begraves.

Græsning alene kan ikke udrydde etablerede populationer af engelsk vadegræs, men græsning med kvæg, får og heste, der er etableret på Læsø (Aktion A1 og C7), vil reducere muligheden for, at en ny invasion af *Spartina* finder sted.

## Praktiske erfaringer med bekæmpelse af engelsk vadegræs

### Forberedelse

#### Kortlægning

For lettere at kunne følge op på bekæmpelsen af engelsk vadegræs er alle bekæmpede forekomster, i alt 29 ha., indtastet i GPS. GPS-data er omdannet til kort som giver et godt overblik over forekomsterne i den videre bekæmpelse.



*Forud for bekæmpelsen markeres forekomsterne af engelsk vadegræs med bambuspinde (Foto Naturstyrelsen).*

### Afmærkning af vadegræs

Forud for bekæmpelsen er alle forekomster af engelsk vadegræs i bekæmpelsesområdet markeret med bambuspinde med afmærkningsbånd bundet om toppen. Markeringen gør det lettere for maskinføreren at finde og se vadegræsset fra maskinen.

### **Udførelse**

#### Tidspunkt for udførelse

Tidspunktet for bekæmpelsen er meget afhængigt af vejrforholdene, da der kun arbejdes ved lavvande, når fjæren (den del af kysten, som er tørlagt ved lavvande og vanddækket ved højvande) er tør.

I projektet er arbejdet primært udført i sensommeren og udenfor fuglenes ynglesæson i perioden 1. april til 15. juli. Da tidspunktet for bekæmpelse er meget afhængigt af vejrforholdene, kræver opgaven stor fleksibilitet fra entreprenøren under udførelsen.

#### Maskinløsninger

Arbejdet er udført med henholdsvis en 6 tons gravemaskine med bælder, 9 tons rendegraver eller 14 tons gravemaskine afhængig af terræn og jordbundsforhold. Maskinerne har anvendt skovl uden tænder for at mindske løsrivning af rødder, som kan etablere nye bestande af engelsk vadegræs.

#### Bekæmpelse af spredte forekomster

I områder med spredte forekomster af vadegræs er anvendt følgende metode:

1. Nær forekomsten af vadegræs graves et deponeringshul på den tørre fjære, ca. 1. meters dybde og maximalt 10 m<sup>2</sup>.
2. Opgravet placeres ved siden af deponeringshullet.  
Vadegræsset med rodnet afskrabes til en dybde af min. 10 cm under jordoverfladen. Herefter lægges og fordeles det afskrabede vadegræs jævnt i det opgravede hul på fjæren, så vadegræsset ikke ligger højere i hullet end ca. 50 cm fra kanten.  
Afgravningen skal ske med færrest mulige afskrab for at undgå rødderne løsrive sig og etablerer nye bestande af vadegræs.
3. Opgravningshullet i fjæren dækkes hurtigst muligt og overskydende opgrav udjævnes oven på deponeringshullet og dets nærmeste omkreds.  
Opgravet ovenpå deponeringshullet udglattes og trykkes fast.

Det gennemsnitlige tidsforbrug har været 14 timer/ha ved spredte bestande



*Hullet med vadegræs er under genopfyldning (Foto Naturstyrelsen).*

#### Bekæmpelse af tætte forekomster

I områder hvor vadegræsforekomsterne er store, tætte massive flader, har de omkringliggende arealer ikke kunne rumme alle deponeringshullerne. Derfor har projektet anvendt understående metode. I metoden vendes jorden 180 grader, så vadegræsset komme til at ligge nederst og det rene sand øverst.

1. Vadegræsset med rodnet opgraves og ligges i en bunke.
2. I sandfladen fra opgravet graves et deponeringshul. Opgravet placeres ved siden af deponeringshullet.
3. Det afskrabede vadegræs lægges og fordeles jævnt i det opgravede hul på fjæren, så vadegræsset ikke ligger højere i hullet end ca. 50 cm fra kanten.  
Afgravningen skal ske med færrest mulige afskrab for at undgå rødderne løsrives sig og etablerer nye bestande af vadegræs.
4. Opgravningshullet i fjæren dækkes hurtigst muligt og overskydende opgrav udjævnes oven på deponeringshullet og dets nærmeste omkreds.  
Opgravet ovenpå deponeringshullet udglattes og trykkes fast.
5. Fladen på deponeringshullet undersøges efterfølgende for løse rodfragmenter.

Det gennemsnitlige tidsforbrug har været 26 timer/ha ved bekæmpelse af tætte forekomster.





*180° vending af de optrukne planter. (Foto Naturstyrelsen).*

#### Afmærkning af nedgravet vadegræs

Af hensyn til publikum som færdes langs bekæmpelsesstrækningerne markeres hullerne hvor vadegræsset er nedgravet med landmålerstokke. Landmålerstokkene fjernes igen når sedimentet har stabiliseret sig.

#### **Opfølgning på bekæmpelse**

Det er væsentligt at følge op på bekæmpelsen ved hurtigt at fjerne nye og små forekomster af vadegræs, da de hurtigt kan danne nye og større bestande af engelsk vadegræs.

#### **Information**

Mange af områderne hvor engelsk vadegræs bekæmpes anvendes også som udflugtsmål for lokalbefolkningen og turister. Derfor har projektet erfaret at information om bekæmpelsen er vigtig. Projektet har informeret via projektets hjemmeside, skilte, foldere, offentlige møder, guidede ture og gennem en lokal brugergruppe.



*De opgravede områder er markeret med landmålerstokke indtil bunden igen er stabil (Foto Rita Merete Buttenschøn)*

## References

Adsersen, H. (1974) *Spartina* (Engelsk Engelsk vadegræs) i Horsens Fjord. - Flora og Fauna 80: 37-42.

Andreu J, Vilà M (2011) Native plant community response to alien plant invasion and removal. *Manag Biol Invasions* 2:81–94

Ayres DR, Strong DR (2001) Origin and genetic diversity of *Spartina anglica* (Poaceae) using nuclear DNA markers. *Am J Bot* 88:1863–1867. doi: 10.2307/3558362

Baker JM, Oldham JH, Wilson CM, Dicks B, Little DI, Levell D (1990) *Spartina anglica* and oil: spill and effluent effects, clean-up and rehabilitation. In: Gray AJ, Benham PEM (ed) *Spartina anglica – a research review*, 2nd edn. HMSO, London, pp 52-63

Balke T, Klaassen PC, Garbutt A, et al (2012) Conditional outcome of ecosystem engineering: A case study on tussocks of the salt marsh pioneer *Spartina anglica*. *Geomorphology* 153-154:232–238. doi: 10.1016/j.geomorph.2012.03.002

CABI (2008) *Spartina anglica* In: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. [www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc).

Carter GA, Knapp AK (2001) Leaf optical properties in higher plants: linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *Am J Bot* 88:677–684. doi: 10.2307/2657068

Chapman BMG, Roberts DE (2006) Use of seagrass wrack in restoring disturbed Australian saltmarshes. *5*:183–191

Cottet M, de Montaudouin X, Blanchet H, Lebleu P (2007) *Spartina anglica* eradication experiment and in situ monitoring assess structuring strength of habitat complexity on marine macrofauna at high tidal level. *Estuar Coast Shelf Sci* 71:629–640. doi: 10.1016/j.ecss.2006.09.014

Doody JP (1990) *Spartina*- friend or foe? A conservation viewpoint. In: Gray AJ, Benham PEM (ed) *Spartina anglica – a research review*, 2nd edn. HMSO, London, pp 77-79

Eno, N.C., Clark, R.A. and Sanderson, W.G. (1997) *Non-native marine species in British waters: a review and directory*. - Joint Nature Conservation Committee, Peterborough: 152 pp.

Goss-Custard JD, Moser ME (1990) Changes in the numbers of dunlin (*Calidris alpina*) in British estuaries in relation to changes in the abundance of *Spartina*. In: Gray AJ, Benham PEM (ed) *Spartina anglica – a research review*, 2nd edn. HMSO, London, pp 69-72

Gray AJ, Marshall DF, Raybould AF (1991) A Century of Evolution in *Spartina anglica*. *Adv Ecol Res* 21:1–62. doi: 10.1016/S0065-2504(08)60096-3

Hammond MER (2001) *The experimental control of Spartina anglica and Spartina x townsendii in estuarine salt marsh*. Dissertation, University of Ulster

Hammond MER, Cooper A (2002) *Spartina anglica* eradication and inter-tidal recovery in Northern Ireland estuaries. In: Veitch CR, Clout MN (ed) *Turning the tide: the eradication of invasive species*, IUCN. Gland and Cambridge, pp 124–131

Hedge P, Kriwoken LK, Patten KIM, et al (2003) A Review of *Spartina* Management in Washington State , US. *J Aquat Plant Manag* 41:82–90

Kriwoken LK, Hedge P (2000) Exotic species and estuaries: managing *Spartina anglica* in Tasmania, Australia. *Ocean Coast Manag* 43:573–584. doi: 10.1016/S0964-5691(00)00047-8

Lacambra, C., Cutts, N., Allen, j., Burd, F. Elliott, M. (2004) *Spartina anglica*: a review of its status, dynamics and management. English Nature Research Reports No 527. English Nature.

Li H, Lei G, Zhi Y, et al (2011) Phenotypic responses of *Spartina anglica* to duration of tidal immersion. *Ecol Res* 26:395–402

Loebl M, van Beusekom JE, Reise K (2006) Is spread of the neophyte *Spartina anglica* recently enhanced by increasing temperatures? *Aquat Ecol* 40:315–324. doi: 10.1007/s10452-006-9029-3

McDonald JH (2009) Handbook of biological statistics. Sparky House Publishing. <http://www.biostathandbook.com/>. Accessed April 25th 2015

Müller-Xing R, Xing Q, Goodrich J (2014) Footprints of the sun: memory of UV and light stress in plants. *Front Plant Sci* 5:1–13. doi: 10.3389/fpls.2014.00474

Nehring S, Adersen H (2006) NOBANIS-Invasive Alien Species Fact Sheet: *Spartina anglica*. Online Database of the European Network on Invasive Alien Species - NOBANIS. <http://nobanis.org>. Accessed 25 November 2014

Nehring S, Hesse K-J (2008) Invasive alien plants in marine protected areas: the *Spartina anglica* affair in the European Wadden Sea. *Biol Invasions* 10:937–950. doi: 10.1007/s10530-008-9244-z

NWCB 2005. Common cordgrass (*Spartina anglica* C.E. Hubbard). - The State Noxious Weed Control Board. Web publication

Paramor OAL, Hughes RG (2007) Restriction of *Spartina anglica* (C.E. Hubbard) marsh development by the infaunal polychaete *Nereis diversicolor* (O.F. Müller). *Estuar Coast Shelf Sci* 71:202–209. doi: 10.1016/j.ecss.2006.07.012

Pfadenhauer J (1997) Vegetationsökologie. IHW, München

Randløv MB (2007) Det invasive Engelsk vadegræs *Spartina anglica* i Stavns Fjord, Samsø - et forvaltningsmæssigt perspektiv. Dissertation, University of Copenhagen

Ranwell DS (1967) world resources of *spartina townsendii* (sensu lato) and economic use of *spartina* marshland. *J Appl Ecol* 4:239

Reise, K. (1998) Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. - *Senckenbergiana maritima* 28: 167- 175

Roberts PD, Pullin AS (2007) The effectiveness of management interventions for the control of *Spartina* species: a systematic review and meta-analysis. *Aquat. Conserv. Freshw. Ecosyst.* 18:592–618

Roberts PD, Pullin AS (2006) The Effectiveness of Management Options Used for the Control of

Spartina Species. Systematic Review No. 22.

<http://www.cebc.bangor.ac.uk/Documents/Protocol22%20Spartina%20control.pdf>. Accessed 13 December 2014

Shaw W, Falls O (1999) Options for Spartina control in Northland.

Swales A, MacDonald I, Green M (2004) Influence of wave and sediment dynamics on cordgrass (*Spartina anglica*) growth and sediment accumulation on an exposed intertidal flat. *Estuaries* 27:225–243

Tang M, Kristensen E (2010) Associations between macrobenthos and invasive cordgrass, *Spartina anglica*, in the Danish Wadden Sea. *Helgol Mar Res* 64:321–329. doi: 10.1007/s10152-009-0187-2

Thompson JD (1991) The Biology of an Invasive Plant What makes *Spartina anglica* so successful? *Bioscience* 41:393–401

Vila M, Espinar JL, Hejda M, et al (2011) Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecol. Lett.* 14:702–708

Vinther, Niels; Christiansen, Christian; Bartholdy J (2001) Colonisation of *Spartina* on a tidal water divide, Danish Wadden Sea. *Geogr Tidsskr Danish J Geogr* 11–20

Williams G, Baumann J, Buffett D, Goldstone R, Kucy V, Lim P, Mather W, Morre K, Murray T (2010) Discovery and Management of *Spartina anglica* in the Fraser River Estuary, British Columbia, Canada. In: Ayres DR, Kerr DW, Ericson SD, Olofson PR (ed) *Proceedings of the Third International Conference on Invasive Spartina*, San Francisco, pp 235-243