



VEJLEDNING I UNDERVISNINGSAKTIVITETER TIL LÆRERE

REDIGERET AF
THEODOROS KEVREKIDIS
PARASKEVI MALEA



Co-funded by
the European Union





SEAQUEST VEJLEDNING I UNDERVISNINGSAKTIVITETER R TIL LÆRERE

REDIGERET AF

THEODOROS KEVREKIDIS

DEMOKRITUS-UNIVERSITETET I THRAKIEN

PARASKEVI MALEA

ARISTOTELES-UNIVERSITETET I THESSALONIKI

THESSALONIKI, GRÆKENLAND 2026

REDIGERET AF

THEODOROS KEVREKIDIS
DEMOKRITUS-UNIVERSITETET I THRAKIEN

PARASKEVI MALEA

DESIGNET AF

ADRIA FESSA

Kildehenvisning

Kevrekidis T. og P. Malea (red.), 2026. SEAQUEST Vejledning i undervisningsaktiviteter til lærere. "SEAQUEST"



SEAQUEST EDUCATIONAL ACTIVITIES GUIDE FOR TEACHERS

ERASMUS+

EU-PROGRAM FOR UDDANNELSE, TRÆNING, UNGDOM OG SPORT

PROJEKTTITEL

SEAQUEST: HAVGRÆSUNDERVISNING FOR BØRN MED HENBLIK PÅ ØGET
BEVIDSTHED OM MILJØMÆSSIG BÆREDYGTIGHED

PROJEKTNUMMER

2024-1-EL01-KA220-SCH-000244654



Finansieret af Den Europæiske Union. De synspunkter og holdninger, der kommer til udtryk, er dog udelukkende forfatterens/forfatternes og afspejler ikke nødvendigvis Den Europæiske Unions eller det nationale agentur for Erasmus+-programmet og Det Europæiske Solidaritetskorpsets synspunkter. Hverken Den Europæiske Union eller den tilskudsgivende enhed kan holdes ansvarlig for dem.



PROJEKT

Projektet involverer universiteter, forskningsinstitutter og ikke-statslige organisationer fra fem EU-lande – Grækenland, Portugal, Danmark, Belgien og Cypren.

KONTAKT OS



Seaquest er et Erasmus+ projekt, der har til formål at øge bevidstheden om havgræssets værdi, sårbarhed og nødvendigheden af at bevare det.

Havgræsser er blomsterplanter, der vokser nedsænket i vandet og er rodfæstede i marine miljøer og estaurier verden over. Havgræsser danner omfattende undervandsenge, der varetager mange funktioner og leverer økosystemtjenester, som er værdifulde for både miljøet og mennesker.

Den økologiske og socioøkonomiske betydning af havgræs er imidlertid endnu ikke fuldt ud anerkendt. Derudover er der dokumenteret en global tilbagegang i havgræsbestande, hovedsageligt som følge af menneskelig udvikling og aktivitet. Derfor er det afgørende at øge offentlighedens bevidsthed om havgræs for at sikre bæredygtigheden af disse vigtige marine økosystemer.

Med dette formål er de centrale principper og begreber relateret til havgræs, som en person med havgræskompetence bør kende, blevet udviklet (Apostoloumi, C., Malea P., Kevrekidis, T., 2021. Marine Pollution Bulletin, 173, 112936).

SEAQUEST har særligt til formål at fremme viden om havgræs i grundskolen på tværs af Europa gennem forskning, undervisningsværktøjer, læreruddannelse, teknologibaseret læring

gennem et interaktivt spil samt engagement i lokalsamfundet.

SEAQUEST Vejledning i undervisningsaktiviteter til lærere, der sammen med et digitalt interaktivt spil skal gøre det muligt effektivt at introducere havgræskompetence i grundskolen.

For at støtte lærere i at styrke havgræskompetencen omfatter denne vejledning, SEAQUEST Vejledning i undervisningsaktiviteter til lærere, en passende

pædagogisk ramme og lærervejledning samt en række lektionsplaner. Lektionsplanerne er opdelt i syv tematiske moduler. Det første tematiske modul svarer til det femte grundlæggende princip for Ocean Literacy (*Havet understøtter en stor mangfoldighed af liv og økosystemer*; NOAA, 2013. Ocean literacy: the essential principles and fundamental concepts of Ocean Sciences for learners of all ages http://oceanliteracy.wp2.coexploration.org/?SIDE_id=164), mens hvert af de øvrige tematiske moduler svarer til et af de grundlæggende principper om havgræs (1. Havgræs er unikke planter, 2. Havgræs danner omfattende undervandsenge, 3. Havgræs understøtter en stor mangfoldighed af liv, 4. Havgræs stabiliserer havbunden, forbedrer vandkvaliteten og lagrer kulstof, 5. Havgræs og

mennesker er uløseligt forbundet, og 6. Havgræs er i vid udstrækning uudforsket; Apostoloumi, C., Malea, P., Kevrekidis, T., 2021. Marine Pollution Bulletin, 173, 112936). I overensstemmelse med strukturen og den pædagogiske tilgang i de præsenterede lektionsplaner kan lærere også udvikle yderligere bevidstgørende og handlingsorienterede lektionsplaner inspireret af aktiviteterne og temaerne i SEAQUEST Curriculum for Teachers.

Vi ønsker at takke alle SEAQUEST-projektpartnere for deres bidrag til udviklingen af denne Vejledning i undervisningsaktiviteter. Vi vil gerne udtrykke vores taknemmelighed over for alle forfattere, der har bidraget til at skrive vejledningens afsnit. Vi takker også Adria Fessa for illustrationer og layout samt dem, der har bidraget med fotografier og tegninger til denne vejledning.

I betragtning af den store variation af emner og forsøget på at forenkle begreber er der utvivlsomt stadig nogle fejl og udeladelser i denne bog. Kommentarer og forslag, der kan forbedre den, er derfor velkomne.

Theodoros Kevrekidis,

Professor,

Demokritus-Universitetet i Thrakien

Paraskevi Melea,

INTRODUKTION	13	LEKTIONSPLAN 3.	79
<i>Theodora Boubonari</i>		Havgræssets taksonomi og artsidentifikation	
		LEKTIONSPLAN 4.	80
A. PÆDAGOGISK RAMME OG LÆRERVEJLEDNING	16	Havgræssets globale udbredelse	81
<i>Theodora Boubonari</i>	17	B3 TEMATISK MODUL 3:	82
A1. Formål og mål		Havgræs danner omfattende undervandsenge	97
A2. Pædagogiske tilgange	20	<i>Theodora Boubonari, Paraskevi Malea & Theodoros Kevrekidis</i>	
A3. Kompetencer	25	EKTIONSPLAN 1.	98
A4. Vurderingsstrategier og -værktøjer		Havgræssets habitatkrav – miljøfaktorer	99
A5. Vejledning til lærere: Sådan bruges lektionsplanerne om havgræs	28	LEKTIONSPLAN 2.	100
A6. Videre læsning		Havgræsenge	
		LEKTIONSPLAN 3.	109
B. LEKTIONSPLANER	31	Havgræsenge i Europas kystvande	
B1. TEMATISK MODUL 1:	32	LEKTIONSPLANER 4, 5 & 6.	
Havet understøtter en stor mangfoldighed af liv og økosystemer		Feltprøvetagning af havgræs	110
<i>Dominika Wojcieszek</i>	35	LEKTIONSPLANER 7, 8 & 9.	111
LEKTIONSPLAN 1.		Laboratoriebehandling og -analyse af havgræs	112
Mangfoldigheden af liv i havet – Plankton	38	LEKTIONSPLANER 10, 11 & 12.	
LEKTIONSPLAN 2.		Laboratorieundersøgelse af Posidonia oceanica	118
Mangfoldigheden af liv i havet – Benthos	41	B4 TEMATISK MODUL 4:	
LEKTIONSPLAN 3.		Havgræs understøtter en stor mangfoldighed af liv	119
Mangfoldigheden af liv i havet – Nekton	43	<i>Ana Alexandre</i>	120
LEKTIONSPLAN 4.		LEKTIONSPLAN 1.	121
Mangfoldigheden af liv i havet	44	Havgræs er vigtige primærproducenter	137
LEKTIONSPLAN 5.		LEKTIONSPLAN 2.	
Mangfoldigheden af økosystemer i havet		Havgræs giver føde til andre organismer	138
B2. TEMATISK MODUL 2:	45	LEKTIONSPLAN 3.	139
Havgræs er unikke planter	50	Havgræs skaber levesteder for andre organismer	140
<i>Theodora Boubonari, Paraskevi Malea & Theodoros Kevrekidis</i>	55	LEKTIONSPLAN 4.	
EKTIONSPLAN 1.		Trofiske interaktioner med andre marine økosystemer	142
Havgræssets morfologi		B5 TEMATISK MODUL 5:	146
LEKTIONSPLAN 2.			
Havgræs vs. makroalger			

Havgræs stabiliserer havbunden, forbedrer vandkvaliteten og lagrer kulstof

Ana Alexandre

LEKTIONSPLAN 1.

Havgræsenge stabiliserer sedimenter

LEKTIONSPLAN 2.

Havgræs fungerer som filtre for næringsstoffer

LEKTIONSPLAN 3.

Havgræs forbedrer vandkvaliteten

LEKTIONSPLAN 4.

Havgræs indfanger og lagrer kulstof

B6 TEMATISK MODUL 6:

Havgræs og mennesker er uløseligt forbundet

Damla Kiral, Anna Nicolaou, Merve Buba

LEKTIONSPLAN 1.

Havgræs som kystens livvagter

LEKTIONSPLAN 2.

Fra land til hav - hvordan overskud af næringsstoffer påvirker havgræs

LEKTIONSPLAN 3.

Vi er havgræssets vogtere

B7 TEMATISK MODUL 7:

Havgræs er i vid udstrækning udforsket

Damla Kiral, Anna Nicolaou, Merve Buba

LEKTIONSPLAN 1.

Forskerhold for havgræs og havteknologi

INTRODUKTION

Theodora Boubonari

Havgræsenge er meget produktive økosystemer med en stor biodiversitet, som leverer vigtige økosystemtjenester såsom kulstoflagring, kystbeskyttelse og levesteder for marine arter.

På trods af deres økologiske værdi er havgræsenge i hastig tilbagegang som følge af menneskelige aktiviteter og klimaforandringer.

Det er vigtigt at opbygge forståelse for havgræs fra en tidlig alder, da elever i grundskolen er særligt modtagelige over for at udvikle miljøbevidsthed og positive holdninger til beskyttelse af havet.

Ved at introducere undervisning om havgræs i grundskolen kan eleverne udvikle naturvidenskabelig forståelse, kritisk tænkning og ansvarlighed over for miljøet.

Erasmus+-projektet SEAQUEST (Seagrass Education and Awareness through Quality Educational Solutions and Tools) har til formål at

øge kendskabet til havgræs i grundskoleundervisningen på tværs af Europa. Projektet samler undervisere og eksperter inden for havmiljø for at udvikle undervisningsmaterialer, læreruddannelse og digitale læringsværktøjer, der gør havgræsøkosystemer tilgængelige og engagerende for yngre elever. SEAQUEST understøtter bredere mål inden for bæredygtighed og forståelse af havet ved at fremme viden om og beskyttelse af marine økosystemer. For at støtte lærerne har SEAQUEST udviklet et undervisningsværktøjssæt, der består af tre hovedkomponenter: SEAQUEST-læreplanen for lærere, SEAQUEST-vejledningen i undervisningsaktiviteter for lærere samt et digitalt interaktivt spil.

Tilsammen indeholder disse ressourcer læringsmål, lektionsplaner, aktiviteter til både

klasseværelset og feltarbejde samt interaktive oplevelser, der understøtter effektiv og engagerende undervisning om havgræs. Værktøjssættet er udviklet på baggrund af forskning, der har identificeret et behov for alderssvarende og videnskabeligt korrekte undervisningsmaterialer om havmiljøet.

Vejledningen i undervisningsaktiviteter til lærere består af følgende:

- a. en oversigt over formål og mål,
- b. de pædagogiske tilgange, der ligger til grund for lektionsplanerne.
- c. de centrale kompetencer, eleverne vil udvikle, herunder naturvidenskabelige,

miljømæssige, digitale og sociale kompetencer,

- d. Vurderingsstrategier og -værktøjer, der dokumenterer elevernes læring på tværs af kompetenceområder.
- e. Et praktisk afsnit, Vejledning til lærere: Sådan bruges lektionsplanerne om havgræs, med råd om forberedelse, tilpasning, gennemførelse og evaluering. Dette gør det muligt for lærere med forskellige erfaringsniveauer at anvende materialerne effektivt.
- f. Vejledningens hovedafsnit, som indeholder detaljerede lektionsplaner, der gradvist opbygger elevernes forståelse – fra identifikation af havgræs og havgræssets økologi til felt- og laboratorieundersøgelser. Hver lektion indeholder læringsmål, materialer, aktiviteter, evalueringsmetoder og forslag til differentiering, hvilket tilsammen skaber en sammenhængende og lettilgængelig ressource, der fremmer forståelsen af havgræs og ansvarlighed over for havmiljøet.

A. PÆDAGOGISK RAMME OG LÆRERVEJLEDNING

Theodora Boubonari

Demokritus-Universitetet i Thrakien, Grækenland

A1. FORMÅL OG MÅL

OVERORDNET FORMÅL

SEAQUEST-projektet har til formål at styrke grundskoleelevers forståelse af havgræs på tværs af Europa og bidrage til at udvikle havbevidste borgere, der forstår havgræsøkosystemernes afgørende betydning for bevarelsen af den marine biodiversitet, klimaregulering og global miljømæssig bæredygtighed.

Læreplanen har til formål at fremme ansvarlighed over for havmiljøet i overensstemmelse med internationale naturbeskyttelsesinitiativer og styrke elevernes evne til at blive velinformerede fortalere for og aktive deltagere i arbejdet med at beskytte og genoprette havgræs.

Gennem en omfattende undervisning om havgræs vil eleverne udvikle den viden, de færdigheder og de værdier, der er nødvendige for at bidrage til bevarelsen af marine økosystemer. Samtidig vil de opnå forståelse for havgræssets grundlæggende betydning for sunde havøkosystemer, der understøtter både livet i havet og menneskers trivsel.

SPECIFIKKE MÅL

Vidensmål

Eleverne skal kunne:

- Økologisk forståelse: Demonstrere omfattende viden om havgræsøkosystemers struktur, funktion og biodiversitet.
- Miljømæssige sammenhænge: Analysere relationerne mellem havgræsenge og de omkringliggende marine og terrestriske økosystemer.
- Bevidsthed om naturbeskyttelse: Identificere aktuelle trusler mod havgræshabitater og vurdere beskyttelsesstrategier i et bredere perspektiv på globale miljømæssige udfordringer og løsninger.

FÆRDIGHEDS MÅL

Eleverne skal kunne:

- Naturvidenskabelig undersøgelse: planlægge og gennemføre undersøgelser ved hjælp af naturvidenskabelig metode til at studere havgræsøkosystemer
- Kritisk analyse: vurdere miljødata og forskningsresultater for at drage evidensbaserede konklusioner
- Kommunikation: formidle naturvidenskabelige begreber og bevaringsbudskaber effektivt til deres skoler og lokalsamfund
- Digital kompetence: anvende digitale ressourcer til miljøundersøgelser og

præsentation

MÅL FOR HOLDNINGER OG VÆRDIER

Eleverne skal kunne:

- Miljøansvar: udvikle personligt ansvar for beskyttelse af marine økosystemer
- Globalt medborgerskab: demonstrere forståelse for deres rolle i håndteringen af globale miljømæssige udfordringer
- Samarbejdende handling: deltage i fælles miljøindsatser og lokalsamfundsbaseede bevaringsinitiativer

A2. PÆDAGOGISKE TILGANGE

Lektionsplanerne anvender konstruktivistiske principper, hvor eleverne aktivt opbygger viden gennem praktiske erfaringer og forbinder nye begreber om havgræs med deres eksisterende forståelse af økosystemer og miljøvidenskab. Følgende tilgange anerkender, at meningsfuld læring finder sted, når eleverne konstruerer deres egen forståelse gennem samspil med deres miljø og sociale sammenhænge.

UNDERSØGELSESBASERET LÆRING

Eleverne deltager i autentiske naturvidenskabelige undersøgelser, formulerer hypoteser om havgræsøkosystemer, indsamler og analyserer data og drager konklusioner baseret på evidens.

Denne tilgang afspejler processerne i reel naturvidenskabelig forskning og udvikler elevernes kritiske tænkning, samtidig med at den

fremmer en dyb begrebsmæssig forståelse. promoting deep conceptual understanding.

PROBLEMBASERET LÆRING (PBL)

Virkelige udfordringer inden for bevarelse af havgræs danner grundlaget for læringsaktiviteterne.

Eleverne arbejder sammen om at løse autentiske problemer, såsom at udforme planer for genopretning eller udvikle kampagner, der øger lokalsamfundets bevidsthed.

Forskning viser, at problembaseret læring øger elevernes engagement og udvikler færdigheder, der er relevante i det 21. århundrede.

ERFARINGSBASERET LÆRING

Direkte engagement i havgræsøkosystemer gennem feltarbejde, laboratorieundersøgelser og virtual reality-oplevelser giver konkrete læringsmuligheder, som understøtter udviklingen af abstrakte begreber.

Denne praktiske tilgang er særligt effektiv inden for miljøundervisning og naturvidenskabelig læring.

SAMARBEJDSBASERET LÆRING

Strukturerede gruppeaktiviteter fremmer interaktion mellem eleverne, fælles ansvar og en samarbejdsbaseret opbygning af viden.

Eleverne arbejder i forskellige grupper med at undersøge forskellige aspekter af havgræsøkosystemer. Forskning viser, at dette styrker både elevernes faglige resultater og sociale kompetencer.

TEKNOLOGIUNDERSTØTTET LÆRING

Integration af digitale værktøjer, interaktive spil og virtual reality-oplevelser giver engagerende og multimediebaserede læringsmuligheder, som imødekommer forskellige læringsstile og præferencer. Nyere forskning understøtter effektiviteten af immersive teknologier inden for miljøundervisning.

A3. KOMPETENCER



SEAQUEST Vejledning i undervisningsaktiviteter til lærere udvikler en bred vifte af kompetencer, der gør eleverne i stand til at blive effektive miljøforvaltere og naturvidenskabeligt kompetente borgere. Disse kompetencer integrerer viden, færdigheder og holdninger på tværs af flere områder og sikrer, at eleverne udvikler både de tekniske færdigheder til at undersøge havgræsekosystemer og kommunikationsfærdigheder til at arbejde for deres beskyttelse.

KOMPETENCER INDEN FOR NATURVIDENSK ABELIG DANNELSE

- Systematisk observere og registrere karakteristika ved havgræsekosystemer
 - Identificere centrale arter
 - Dokumentere ændringer i havgræshabitater over tid
 - Anvende naturvidenskabelige værktøjer og instrumenter til dataindsamling
 - Indsamle, organisere og analysere kvantitative og kvalitative miljødata
 - Udarbejde grafer, diagrammer og visuelle fremstillinger af resultater
 - Identificere mønstre og tendenser i data om havgræsekosystemer
 - Drage evidensbaserede konklusioner ud fra forskningsresultater
 - Præsentere forskningsresultater med relevant naturvidenskabeligt ordforråd
 - Udarbejde rapporter, præsentationer og udstillinger
 - Formidle bevaringsbudskaber effektivt
-

KOMPETENCER INDEN FOR MILJØMÆSSIG DANNELSE KOMPETENCER

- Forstå sammenhænge i havgræsøkosystemer
- Analysere relationer mellem menneskelige aktiviteter og miljøpåvirkninger
- Identificere miljømæssige udfordringer, der påvirker havgræshabitater
- Forstå principper for bæredygtig forvaltning
- Vurdere menneskelige praksisser, der påvirker havgræsøkosystemer

DIGITALE KOMPETENCER

- Anvende digitale databaser og forskningsværktøjer effektivt
- Anvende digitale værktøjer til dataindsamling, analyse og præsentation

- Samarbejde via onlineplatforme og kommunikationsværktøjer

SOCIALE OG CIVILE KOMPETENCER

- Arbejde effektivt i grupper om miljøprojekter
- Dele ansvar og bidrage til fælles mål
- Løse konflikter konstruktivt under gruppeaktiviteter
- Støtte og opmuntre læring mellem elever
- Motivere andre til at engagere sig i bevaringsaktiviteter
- Arbejde for beskyttelse af havgræsøkosystemer

A4. EVALUERINGS STRATEGIER OG

Lektionsplanerne anvender forskellige autentiske strategier, der indfanger elevernes læring på tværs af alle kompetenceområder. Disse evalueringstilgange omfatter både traditionelle faglige målinger og innovative præstationsbaserede evalueringer, der afspejler virkelige bevaringspraksisser.

- Udfordringer med artsidentifikation: Praktiske evalueringer af elevernes evne til at identificere og beskrive havgræsarter og tilknyttede organismer
- Indsamling af miljødata: Vurdering af elevernes færdigheder i at anvende naturvidenskabelige instrumenter og indsamle præcise miljødata
- Exit Tickets: Korte skriftlige svar ved lektionens afslutning til at vurdere umiddelbar forståelse og identificere misforståelser
- Digitale quizzet: Vurdering i realtid ved hjælp af uddannelsesteknologiske platforme for at måle forståelse og tilpasse undervisningen
- Videnstests: Strukturerede evalueringer af faktuel viden om havgræssets biologi, økologi og bevarelse
- Feedback mellem elever: Strukturerede muligheder for, at eleverne kan give konstruktiv feedback på hinandens arbejde og idéer
- Begrebskortlægning: Visuelle fremstillinger af elevernes forståelse, der viser relationer mellem begreber om havgræs
- Historiefortælling: Eleverne udarbejder præsentationer, der kombinerer naturvidenskabeligt indhold med personlige fortællinger om bevarelse af havgræs
- Rollespilsscenerier: Eleverne påtager sig roller som forskellige interessenter i debatter om bevarelse af havgræs
- Præsentation for lokalsamfundet: Offentlige præsentationer, hvor eleverne deler deres læring og anbefalinger om bevarelse med medlemmer af lokalsamfundet
- Udvikling af digital portfolio: Omfattende samling af elevarbejde, der dokumenterer udvikling og resultater på tværs af flere kompetenceområder
- Vurderingsrubrikker og -kriterier: Vurderingsrubrikker omfatter flere dimensioner af elevernes præstationer vedrørende naturvidenskabelig korrekthed, kritisk tænkning, kommunikation og samarbejde

A5. VEJLEDNING TIL LÆRERE: SÅDAN BRUGES LEKTIONSPLANERNE

Hver lektionsplan følger en ensartet struktur baseret på 5E-undervisningsmodellen (Engagement, Udforskning, Forklaring, Udbygning, Evaluering), som sikrer, at eleverne aktivt opbygger viden gennem guidet opdagelse og naturvidenskabelige undersøgelser. Følgende vejledning hjælper dig med at forstå lektionsplanernes struktur og få mest muligt ud af materialerne i undervisningen.

LEKTIONS OVERSIGT

Dette indledende afsnit giver et kort overblik over lektionens formål, omfang og tilgang.

Sådan bruges det: Læs dette først for hurtigt at forstå lektionens hensigt og afgøre, hvordan den passer ind i dit undervisningsforløb.

LÆRINGSMÅL

Læringsmålene er organiseret i tre kategorier:

Vidensmål

Faktuel og begrebsmæssig viden, som eleverne skal tilegne sig (med verber som: Definere, Identificere, Forklare, Beskrive, Genkende).

Færdighedsmål

Naturvidenskabelige og analytiske færdigheder, som eleverne skal udvikle (med verber som: Sammenligne, Analysere, Skabe, Vurdere, Måle).

Mål for holdninger og værdier

Holdninger og værdier, som eleverne skal demonstrere (med verber som: Værdsætte, Tillægge værdi, Demonstrere, Udvide).

Sådan bruges de: Del disse mål med eleverne i begyndelsen af lektionen i et elevvenligt sprog (“Ved dagens afslutning vil du kunne ...”). Henvi til dem undervejs i lektionen for at fastholde fokus og vejlede evalueringen.

KOMPETENCER, LEKTIONENS STRUKTUR OG AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Fang elevernes interesse, aktivér deres forhåndsviden og introducer lektionens centrale spørgsmål. Start med energi og nysgerrighed ved hjælp af de foreslåede spørgsmål.

FASE 2: UDFORSKNING

Lad eleverne udforske begreber gennem praktiske aktiviteter før den formelle undervisning. Træd tilbage og lad eleverne lede deres egen opdagelse. Undgå at forklare for meget for tidligt.

FASE 3: FORKLARING

Introducer naturvidenskabelig terminologi og begreber. Byg videre på det, eleverne observerede i fase 2. Giv tydelige forklaringer ved hjælp af visuelle elementer og hyppige forståelsestjek.

FASE 4: UDBYGNING

Udvid og anvend ny viden i nye situationer eller på nye problemer. Udfordr eleverne til at bruge det, de har lært, i nye sammenhænge, så det bliver tydeligt, hvor godt de kan overføre deres forståelse.

FASE 5: EVALUERING

Vurder elevernes læring gennem en kort individuel evaluering. Brug dette både som formativ evaluering (til at informere din næste lektion) og som afslutning.

Dette afsnit identificerer centrale kompetencer, der udvikles gennem lektionen inden for fire områder: **Naturvidenskabelig dannelse, miljømæssig dannelse, digitale kompetencer** samt **sociale og civile kompetencer**. Selvom du ikke behøver eksplicit at undervise i “kompetencer”, hjælper bevidstheden om dem dig med at facilitere aktiviteter, der udvikler disse færdigheder helhedsorienteret.

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

Angiver alle nødvendige materialer for at gennemføre lektionen med succes.

Valgfrie/udvidede materialer

Foreslår yderligere ressourcer, der kan berige læringsoplevelsen.

Sådan bruges de: Gennemgå dette afsnit i god tid for at sikre, at du har alle nødvendige materialer. Valgfrie materialer kan øge engagementet, men er ikke nødvendige for at opnå læringsmålene.

EVALUERING

Formativ evaluering

Løbende opfølgning gennem hele lektionen ved hjælp af observation, spørgsmål og monitorering af gruppearbejde. Tilpas undervisningen løbende ud fra elevernes forståelse.

Summativ evaluering

Evaluering ved lektionens afslutning (normalt Exit Ticket) med evalueringskriterier.

SUCCESSKRITERIER (FOR ELEVER)

“Jeg kan ...”-udsagn i elevvenligt sprog. Du kan dele dem i begyndelsen, så eleverne ved, hvad de arbejder hen imod. Vend tilbage til dem til sidst til selvevaluering. Selvevaluering gennem succeskriterier giver eleverne mulighed for at følge deres egen læring.

TILPASNING AF LEKTIONER TIL DIN KONTEKST

Selvom disse lektioner er omhyggeligt udformet, kender du dine elever bedst. Du er velkommen til at tilpasse lektionerne til din lokale kontekst ved at erstatte eksempler med lokale arter, justere tidsforbruget, ændre aktiviteter ud fra tilgængelige ressourcer, differentiere undervisningen, udvide lektioner til flere sessioner, koble dem til lokale problemstillinger eller invitere gæsteundervisere såsom marinbiologer eller naturbeskyttelseseksperter.

Lektionsplanerne bygger logisk videre på hinanden. Du kan dog vælge en anden rækkefølge ud fra tilgængelige ressourcer, elevernes interesser, integration med læreplanen eller sæsonmæssige hensyn (f.eks. ved feltprøvetagning).

Vi håber, at disse lektioner vækker nysgerrighed om havgræs, fremmer naturvidenskabelig tænkning og udvikler miljøansvar hos dine elever.

A6. VIDERE LÆSNING

Etherington, M. B. (2011). Investigative primary science: A problem-based learning approach. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 36(9), 53-74.

Hartmeyer, R., Stevenson, M. P., & Bentsen, P. (2018). A systematic review of concept mapping-based formative assessment processes in primary and secondary science education. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(6), 598-619.

Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2001). Tools for assessing and teaching science in elementary and middle school. In *Assessment in science: A guide to professional development and classroom practice* (pp. 119-147). Dordrecht: Springer Netherlands.

Suastra, I. W., Suarni, N. K., & Dharma, K. S. (2019). The effect of Problem Based Learning (PBL) model on elementary school students' science higher order thinking skill and learning autonomy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1318, No. 1, p. 012084). IOP Publishing.

Suduc, A. M., Bizoi, M., & Gorghiu, G. (2015). Inquiry based science learning in primary education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 205, 474-479.

Susiloningsih, E., Sumantri, M. S., & Marini, A. (2023). Experiential learning model in science learning: systematic literature review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 550-557.

Tay, L. Y., Melwani, M., Ong, J. L., & Ng, K. R. (2017). A case study of designing technology-enhanced learning in an elementary school in Singapore. *Learning: Research and Practice*, 3(2), 98-113.

Thurston, A., Topping, K. J., Tolmie, A., Christie, D., Karagiannidou, E., & Murray, P. (2010). Cooperative Learning in Science: Follow-up from primary to high school. *International Journal of Science Education*, 32(4), 501-522.

Vesterinen, M., & Ratinen, I. (2024). Sustainability competences in primary school education—a systematic literature review. *Environmental Education Research*, 30(1), 56-67.

Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of science and mathematics education*, 14(4), 659-680.

B. LEKTIONS PLANER

B1. TEMATISK MODUL 1: HAVET UNDERSTØTTER EN STOR MANGFOLDIGHED AF LIV OG ØKOSYSTEMER

Dominika Wojcieszek

European Marine Science Educators Association, Belgien

LEKTIONSPLAN 1. MANGFOLDIGHEDEN AF LIV I HAVET – PLANKTON

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion introducerer eleverne til plankton som en af de tre hovedgrupper af marine organismer, baseret på hvordan de bevæger sig, og hvor de lever i havet. Med udgangspunkt i elevernes generelle forståelse af livet i havet fokuserer lektionen på de små, ofte mikroskopiske organismer, der flyder i vandsøjlen og ikke aktivt kan svømme mod havstrømmene – plankton. Gennem diskussion, visuel udforskning og en overraskende forbindelse til almindelige genstande i klasseværelset opdager eleverne, at plankton, selvom det for det meste er usynligt for det blotte øje, spiller en enorm rolle i havet og på vores planet. Lektionen lægger vægt på observationsfærdigheder, udvikling af naturvidenskabeligt ordforråd og forståelse for mikroskopisk livs uforholdsmæssigt store betydning.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Definere plankton som fritsvævende organismer, der ikke kan svømme mod vandstrømme
- Skelne mellem de tre hovedgrupper af plankton: fytoplankton, zooplankton og bakterioplankton
- Forklare, at fytoplankton er fotosyntetiske organismer, der danner grundlaget for marine fødenet
- Forklare, at kridt og store geologiske strukturer, såsom White Cliffs of Dover, er sedimentære bjergarter dannet af ophobede skeletrester fra kokkolitoforer gennem millioner af år

Lærernote:

Kokkolitoforer er encellede, autotrofe organismer, som tilhører det marine fytoplankton. I bestemte faser af deres livscyklus kan de producere plader af calciumcarbonat, kaldet kokkolitter, som dækker cellen i en struktur kaldet en kokkosfære.

Færdigheds mål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Observere og beskrive karakteristika ved planktoniske organismer ved hjælp af billeder og mikroskopifotografier
- Anvende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt, når de beskriver plankton og dets grupper
- Placere plankton korrekt i vandsøjlen
- Sammenligne fytoplankton og zooplankton ud fra deres karakteristiske egenskaber

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

By the end of this lesson, students will be able to:

- Udvide nysgerrighed over for mikroskopisk marint liv og dets rolle i havet
- Udvide forståelse for betydningen af organismer, der er usynlige for det blotte øje

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Systematisk observation og beskrivelse af planktonorganismer ud fra billeder og mikroskopifotografier
- Anvendelse af relevant naturvidenskabeligt fagsprog (plankton, fytoplankton, zooplankton, bakterioplankton, kokkolitofor, kokkolit, calciumcarbonat, fotosyntese)
- Udarbejdelse af visuelle repræsentationer af vandsøjlen med korrekt placerede organismer

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forståelse af, at mikroskopiske organismer spiller en grundlæggende rolle i havets økosystemer og på Jorden som helhed
- Forståelse af forbindelsen mellem gammelt marint liv og nutidige geologiske strukturer og hverdagsgenstande

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde under par- og gruppeaktiviteter
- Dele observationer og bidrage til fælles forståelse

NØDVENDIGE MATERIALER

- Billeder af havoverfladen og det åbne hav
- Mikroskopibilleder af fytoplankton og zooplankton, herunder kokkolitoforer og deres kokkolitter.
- Billeder af White Cliffs of Dover
- Et stykke kridt (rigtigt eller afbildet)
- Rene A4-ark (ét pr. elevpar)
- Farveblyanter/tuscher
- Exit Ticket-skabeloner (én pr. elev)
- Ordkort/plakater med centrale begreber (plankton, fytoplankton, zooplankton, bakterioplankton, coccolithophor, coccolit)
- Valgfrit: Kort video af plankton under et mikroskop; billeder af opblomstringer af kokkolitoforopblomstringer set fra satellit

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Hvad gemmer sig i havet?”

- Vis billeder af den åbne havoverflade – roligt, blått og tilsyneladende tomt vand.
- Spørg eleverne: Hvad tror I lever i dette vand? Kan I se noget? Betyder det, at der ikke er noget der?
- Afslør, at havet er fuldt af levende organismer, der er så små, at de er usynlige for det blotte øje. Spørg: Kan I komme i tanke om andre små ting, vi ikke kan se, som stadig er meget vigtige? Led eleverne hen mod eksempler såsom bakterier eller støvmider, og bring derefter fokus tilbage på havet.
- Afslut med et overgangsspørgsmål: Hvis disse organismer er så små, at vi ikke kan se dem, hvordan tror I så, at forskere undersøger dem? Lad os finde ud af, hvad de har opdaget!

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Små, men mægtige”

- Vis mikroskopibilleder af forskellige typer fytoplankton og zooplankton side om side. Spørg eleverne: Hvad lægger I mærke til? Ligner de planter eller dyr – eller ingen af delene? Kan I få øje på forskelle mellem dem? **(Brug figur 1.2, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 46).**

- Eleverne arbejder parvis og får et rent A4-ark og farveblyanter. De tegner et enkelt tværsnit af havet og markerer overfladen, vandsøjlen og havbunden. Spørg dem: Hvor tror I, at fytoplankton og zooplankton lever – nær overfladen, i det dybe vand eller på bunden? De markerer deres forudsigelse på tegningen.
- Saml klassen for at dele deres forudsigelser og begrundelser, før I går videre til forklaringen.

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Brug visuelle hjælpemidler (digital præsentation eller plakat) til at forklare følgende, mens eleverne følger med og opdaterer deres tegninger af vandsøjlen fra fase 2.

1. Hvad er plankton?

- Fritsvævende organismer, der lever i vandsøjlen
- Kan ikke svømme mod vandstrømme – de driver med dem
- Findes primært nær overfladen i den fotiske zone, hvor der er lys
- På trods af deres lille størrelse udgør plankton størstedelen af biomassen i havet

2. De tre grupper af plankton:

- **Fytoplankton:** fotosyntetiske organismer, som havets planter; de producerer ilt og danner grundlaget for det marine fødenet
- **Zooplankton:** små dyr, der lever af fytoplankton, andet zooplankton eller nedbrydende organisk materiale
- **Bakterioplankton:** bakterier og arkæer; de spiller en central rolle i nedbrydningen af organisk materiale og kredsløbet af næringsstoffer

3. Hvorfor plankton er vigtigt:

- Fytoplankton producerer mere end halvdelen af den ilt, vi indånder
- Plankton er grundlaget for næsten alle marine fødenet – uden det ville større dyr, herunder fisk og hvaler, ikke kunne overleve

Aktivitet: “Hvor lever plankton?”

- Ved hjælp af ordbanken (plankton, fytoplankton, zooplankton, bakterioplankton, vandsøjle, overflade) sætter eleverne betegnelser og noter på deres tegning af vandsøjlen fra fase 2 og retter eventuelle tidligere forudsigelser efter behov. Læreren går rundt og stiller uddybende spørgsmål:
- “Hvorfor tror I, at fytoplankton lever nær overfladen?”
- “Hvad ville der ske med zooplankton, hvis alt fytoplankton forsvandt?”
- “Kan plankton selv vælge, hvor det bevæger sig hen?”

Tjek forståelsen: Hurtig mundtlig quiz

- “Kan plankton svømme mod strømmen?”
- “Hvad er forskellen mellem fytoplankton og zooplankton?”
- “Hvor i vandsøjlen finder vi mest plankton – tæt på overfladen eller på dybt vand – og hvorfor?”

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Fra havet til klipperne”

- Hold et stykke kridt op (rigtigt eller på et billede) og spørg eleverne: Ved I, hvad det er? Ved I, hvad det er lavet af? Hvor tror I, det kommer fra?
- Vis et billede af White Cliffs of Dover. Spørg: Har nogen set dem? Hvad tror I, de består af? Hvordan kan noget så enormt være blevet dannet?
- Forklar, at kridt næsten udelukkende dannes af rester af coccolithophorer – en type fytoplankton, der producerer små plader af calciumcarbonat kaldet coccolitter. Når coccolithophorer dør, synker deres coccolitter langsomt mod havbunden og ophobes over millioner af år, indtil de til sidst danner tykke lag af bjergart.
- Vis mikroskopibilleder af coccolithophorer og deres coccolitter sammen med billedet af White Cliffs of Dover. Spørg: Hvad fortæller det os om, hvor meget fytoplankton der må have levet og været dødt i havet gennem millioner af år for at opbygge så store strukturer?

- Fortæl eleverne: Det kridt, som lærere tidligere brugte på tavler, blev dannet af fytoplankton i fortidens have. I dag bruger de fleste klasseværelser syntetisk kridt eller whiteboardtuscher, men forbindelsen mellem plankton og vores hverdag består. Havbunden ophober stadig coccolitter hver eneste dag.
- Afslut med et refleksionsspørgsmål: Hvis noget så småt og usynligt som fytoplankton kan bygge klipper og fylde klasseværelser med kridt, hvad fortæller det så om dets betydning?

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket

Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med tre dele:

- **Tegn og sæt betegnelser på:** Et enkelt tværsnit af havet, der viser, hvor plankton kan findes, med mindst ét eksempel på fytoplankton og ét eksempel på zooplankton
- **Forklar:** Skriv én sætning, der forklarer, hvorfor fytoplankton er vigtigt for livet i havet
- **Reflektér:** Én ting, jeg fandt mest interessant i dag, var ...

Læreren indsamler Exit Tickets for at vurdere:

- Korrekt placering og betegnelser
- Forståelse af fytoplanktons rolle i det marine økosystem
- Engagement og nysgerrighed

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Eleverne placerer plankton korrekt i vandsøjlen
- Eleverne skelner mellem fytoplankton og zooplankton
- Eleverne anvender naturvidenskabeligt ordforråd korrekt
- Eleverne deltager aktivt i diskussioner og samarbejder effektivt i par

2. Spørgsmål:

- Måltrettede spørgsmål under udforskningen for at kontrollere forståelsen
- Uddybende spørgsmål for at fremme dybere tænkning om planktons rolle og betydning

3. Peer evaluering:

- Partnerkontrol under aktiviteten med tegningen af vandsøjlen i fase 2

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

4. Evalueringskriterier for Exit Ticket:

- **Naturvidenskabelig korrekthed:** Korrekt mærket tegning af vandsøjlen med relevant ordforråd
- **Forståelse:** Forklaringen viser forståelse af fytoplanktons rolle i havet
- **Engagement:** Refleksionen viser nysgerrighed over for mikroskopisk marint liv.

Succeskriterier for elever:

- Jeg kan forklare, hvad plankton er, og hvorfor det ikke kan svømme mod strømmen
- Jeg kan navngive og beskrive de tre grupper af plankton
- Jeg kan forklare, hvorfor fytoplankton er vigtigt for livet i havet og på land
- Jeg kan beskrive, hvordan White Cliffs of Dover og kridt i klasseværelset er forbundet med plankton fra fortidens have

LEKTIONSPLAN 2. MANGFOLDIGHEDEN AF LIV I HAVET – BENTHOS

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion introducerer eleverne til benthos som den anden af de tre hovedgrupper af marine organismer, baseret på hvordan de bevæger sig, og hvor de lever i havet. Med udgangspunkt i elevernes viden om plankton fra den foregående lektion retter denne lektion opmærksomheden mod havbunden – et stort og varieret miljø, der er hjemsted for en ekstraordinær mangfoldighed af organismer. Gennem observation, diskussion og praktiske aktiviteter undersøger eleverne, hvad der lever på, i og nær havbunden, hvordan bentiske organismer klassificeres efter størrelse, og hvordan nogle dyrs livscyklusser kan omfatte mere end én livsformgruppe. Lektionen lægger vægt på observationsfærdigheder, udvikling af naturvidenskabeligt ordforråd og forståelse for kompleksiteten af livet på havbunden.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Definere benthos som organismer, der lever på, i eller nær havbunden
- Skelne mellem fastsiddende og mobile bentiske organismer og give eksempler på hver
- Identificere de tre størrelsesbaserede undergrupper af benthos: megabenthos, makrobenthos og meiobenthos
- Forklare, at benthos omfatter dyr, planter og mikroorganismer
- Beskrive, hvordan livscyklusser hos nogle dyr, såsom krabber og vandmænd, kan omfatte mere end én livsformgruppe.

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Systematisk observere og beskrive karakteristika ved bentiske organismer ved hjælp af billeder
- Anvende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt ved beskrivelse af benthos og dets undergrupper
- Klassificere bentiske organismer som fastsiddende eller mobile ud fra deres karakteristika
- Koble viden om plankton fra den foregående lektion til bentiske organismers livscyklusser

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvisе nysgerrighed over for livet på havbunden og mangfoldigheden af organismer, der findes der
- Udvisе forståelse for sammenhængen mellem livsformgrupper gennem en organismes livscyklus

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Systematisk observation og klassifikation af bentiske organismer ud fra billeder
- Anvendelse af relevant naturvidenskabeligt ordforråd (benthos, fastsiddende, mobil, megabenthos, makrobenthos, meiobenthos, substrat, larve)
- Udarbejdelse af visuelle fremstillinger af havbunden med korrekt klassificerede organismer

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forståelse af, at havbunden er et mangfoldigt og produktivt miljø, der understøtter en bred vifte af liv
- Forståelse af, at livsformgrupper ikke altid er faste – nogle organismer bevæger sig mellem forskellige livsformgrupper i løbet af deres liv

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde under gruppeaktiviteter
- Dele observationer og begrundelser og bidrage til fælles forståelse

NØDVENDIGE MATERIALER

- Billeder af forskellige bentiske miljøer – sandbund, klippekyst, koralrev, havgræseng
- Billeder af en række bentiske organismer – koraller, rurer, krabber, havgræs, orme, søstjerner, skaller, svampe
- Billeder og enkle livscyklusdiagrammer af en krabbe og en vandmand
- Rene A4- eller A3-ark (ét pr. elevpar)
- Farveblyanter/tuscher
- Lim
- Klassifikationskort med billeder eller navne på bentiske organismer (sorteringsaktivitet: fastsiddende vs. mobile)
- Exit Ticket-skabeloner (én pr. elev)
- Ordkort/plakater med centrale begreber (benthos, fastsiddende, mobil, megabenthos, makrobenthos, meiobenthos, substrat, larve)
- Valgfrit: Videoer af havbundsmiljøer; mikroskopibilleder af meiobentiske organismer

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Hvad lever på bunden?”

- Mind kort eleverne om, hvad de lærte i den foregående lektion: Plankton flyder i vandsøjlen og kan ikke svømme mod strømmen. Spørg: Hvis plankton lever i vandsøjlen, hvad tror I så lever helt nede på havbunden?
- Vis markante billeder af havbundsmiljøer – en sandbund, en klippekyst dækket af rurer og muslinger, et koralrev og en havgræseng. Spørg: Hvad lægger I mærke til? Er der noget, der overrasker jer? Ser bunden ens ud overalt? **(Brug figur 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 51–54).**
- Opfordr eleverne til at fortælle, hvilke organismer de kan få øje på i billederne. Spørg: Ser disse organismer ud til at bevæge sig eller blive på samme sted? Ser de ud til at være fastgjort til noget eller frie til at bevæge sig rundt?
- Afslut med et overgangsspørgsmål: Hvad ville det betyde for en organisme at tilbringe hele sit liv fastgjort til ét sted på havbunden – hvordan ville den spise, og hvordan ville den overleve?

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Fast eller fri?”

- Giv eleverne et sæt billeder af forskellige bentiske organismer – koraller, rurer, krabber, havgræs, søstjerner, rørorme, muslinger, svampe og søagurker. **(Brug figur 1.1, 1.4, 1.5, 1.6, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 45–49).**
- Eleverne arbejder parvis og sorterer organismerne i to grupper på deres A4/A3-ark: dem, der ser ud til at være fastgjort til en overflade og ikke kan bevæge sig frit, og dem, der ser ud til at kunne bevæge sig rundt.
- Klassediskussion: Hvilke organismer placerede I i hver gruppe? Var nogle svære at klassificere? Hvorfor? Led eleverne hen mod begreberne fastsiddende (permanent fastgjort) og mobil (i stand til at bevæge sig) uden endnu at introducere dem formelt.
- Spørg: Tror I, at begge grupper stadig hører til den samme livsformgruppe – eller er de for forskellige?

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Brug visuelle hjælpemidler (digital præsentation eller plakat) til at forklare følgende, mens eleverne følger med og limer billederne på arket for at skabe et enkelt diagram over forskellige bentiske organismer.

1. Hvad er benthos?

- Organismer, der lever på, i eller nær havbunden
- Findes på alle havdybder, fra lavvandede kystområder til dybhavet
- Omfatter dyr, planter og mikroorganismer
- To hovedtyper baseret på bevægelse:
 - **Fastsiddende:** permanent fastgjort til en overflade, såsom koraller, rurer og svampe
 - **Mobile:** i stand til at bevæge sig hen over eller gennem havbunden, såsom krabber, søstjerner og snegle

2. Størrelsesbaserede undergrupper af benthos:

- **Megabenthos:** store organismer, der er synlige med det blotte øje, såsom krabber, hummere, søpindsvin og koraller
- **Makrobenthos:** mindre organismer, der stadig er synlige uden forstørrelse, såsom orme, små bløddyr og små krebsdyr
- **Meiobenthos:** meget små organismer, der lever mellem sand- og sedimentkorn og kræver forstørrelse for at kunne observeres, såsom små orme og krebsdyr

3. Hvorfor benthos er vigtigt:

- Bentiske organismer spiller en central rolle i nedbrydningen af organisk materiale og genanvendelsen af næringsstoffer på havbunden
- De danner grundlag for mange kystnære fødekæder
- Økosystemer som koralrev og havgræsenge er selv opbygget og opretholdt af bentiske organismer

Aktivitet: “Sæt betegnelser på havbunden”

- Ved hjælp af de diagrammer, som eleverne lavede i aktiviteten “Fast eller fri?”, med forskellige bentiske organismer og ordbanken (benthos, fastsiddende, mobil, megabenthos, makrobenthos, meiobenthos), sætter eleverne betegnelser på organismerne og klassificerer dem.
- Læreren går rundt og stiller uddybende spørgsmål:
 - “Hvordan spiser en rur, hvis den ikke kan bevæge sig for at finde føde?”
 - “Hvorfor kan det være nyttigt at kunne grave sig ned i sandet?”
 - “Kan en plante være en del af benthos?”

Tjek forståelsen: Hurtig mundtlig quiz

- “Hvad kalder vi en organisme, der er permanent fastgjort til en overflade?”
- “Kan benthos omfatte planter – hvorfor eller hvorfor ikke?”
- “Hvad er forskellen mellem megabenthos og meiobenthos?”

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Ét dyr, to verdener”

- Spørg eleverne: Vi ved, at plankton driver i vandsøjlen, og at benthos lever på havbunden. Kan et dyr tilhøre begge grupper i løbet af sit liv?
- Vis enkle livscyklusdiagrammer af en krabbe og en vandmand. Eleverne arbejder i små grupper på 3–4 og undersøger hver livscyklus og angiver, hvilken livsformgruppe dyret tilhører på hvert trin af sit liv.
- For krabben: Krabbeæg klækkes til larver som driver i vandsøjlen som zooplankton; de omdannes til sidst til et sidste larvestadie, som forlader vandsøjlen, slår sig ned på havbunden og skifter skal til en ung krabbe. Unge og voksne krabber lever på havbunden som benthos.
- For vandmanden: Larvestadiet er planktonisk; polypstadiet er fastsiddende benthos, fastgjort til havbunden; medusastadiet er en fritsvømmende eller drivende planktonisk form.
- Giv følgende diskussionsspørgsmål:
 - Kan det samme dyr tilhøre mere end én livsformgruppe i løbet af sit liv?
 - Hvad ændrer sig – dyret eller miljøet?
 - Hvorfor kan det være nyttigt for et dyr at begynde sit liv som plankton, før det slår sig ned på havbunden?

- Saml klassen for at dele resultaterne. Understreg, at livsformgrupper beskriver, hvor og hvordan en organisme lever på et givent tidspunkt – og at dette kan ændre sig, efterhånden som organismen vokser.
-

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket

Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med tre dele:

- **Tegn og sæt betegnelser på:** En enkel havbundsscene med mindst tre bentiske organismer, hvor hver angives som fastsiddende eller mobil, og dens størrelsesgruppe identificeres (megabenthos, makrobenthos eller meiobenthos)
- **Forklar:** Skriv én sætning, der beskriver, hvordan en krabbe eller vandmand tilhører mere end én livsformgruppe i løbet af sit liv
- **Reflektér:** Én ting, jeg fandt mest interessant i dag, var ...

Læreren indsamler Exit Tickets for at vurdere:

- Korrekthed af betegnelser og klassifikationer
- Forståelse af forskellen mellem fastsiddende/mobile organismer og de størrelsesbaserede undergrupper
- Forståelse af, hvordan livscyklusser kan krydse livsformgrupper
- Engagement og nysgerrighed

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Eleverne klassificerer bentiske organismer korrekt som fastsiddende eller mobile
- Eleverne placerer organismer korrekt i de størrelsesbaserede undergrupper
- Eleverne anvender naturvidenskabeligt ordforråd korrekt
- Eleverne deltager aktivt i diskussioner og samarbejder effektivt i par og grupper

2. Spørgsmål:

- Målrettede spørgsmål under udforskningen for at kontrollere forståelsen
- Uddybende spørgsmål for at fremme dybere tænkning om livet på havbunden og forbindelserne mellem livsformgrupper

3. Vurdering mellem elever:

- Partnerkontrol under aktiviteten med tegningen af vandsøjlen i fase 2

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

4. Evalueringskriterier for Exit Ticket:

- **Naturvidenskabelig korrekthed:** Korrekt mærket havbundsscene med relevant ordforråd og korrekte klassifikationer
- **Forståelse:** Forklaringen viser forståelse af, hvordan livscyklusser kan omfatte mere end én livsformgruppe
- **Engagement:** En gennemtænkt refleksion, der viser nysgerrighed over for bentisk liv.

Succeskriterier for elever:

- Jeg kan definere benthos og give mindst tre eksempler på bentiske organismer
- Jeg kan forklare forskellen mellem fastsiddende og mobile benthos
- Jeg kan navngive og kort beskrive de tre størrelsesbaserede undergrupper af benthos
- Jeg kan forklare, hvordan en krabbe eller vandmand tilhører forskellige livsformgrupper på forskellige stadier af sit liv

LEKTIONSPLAN 3. MANGFOLDIGHEDEN AF LIV I HAVET – NEKTON

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion introducerer eleverne til nekton som den tredje og sidste store livsformgruppe af marine organismer. Med udgangspunkt i elevernes viden om plankton og benthos fra de foregående to lektioner fokuserer denne lektion på havets stærke, aktive svømmere – organismer, der kan bevæge sig frit mod vandstrømme og tilbagelægge store afstande gennem vandsøjlen. Gennem diskussion, sorteringsaktiviteter og en afsluttende helklasseaktivitet, der samler alle tre livsformgrupper, konsoliderer eleverne deres forståelse af, hvordan livet i havet er organiseret, og opnår forståelse for den bemærkelsesværdige mangfoldighed af dyr, der udgør nekton. Lektionen lægger vægt på observations- og klassifikationsfærdigheder, udvikling af naturvidenskabeligt ordforråd og en følelse af undren over omfanget og variationen af livet i det åbne hav.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:
- Definere nekton som organismer, der er i stand til aktivt at svømme mod vandstrømme
- Identificere de vigtigste dyregrupper blandt nekton: fisk, pattedyr, krybdyr og fugle
- Forklare, at nekton primært lever i vandsøjlen, men kan bruge havbunden til hvile, skjul, fødesøgning og formering
- Forklare, at planter ikke kan være nekton, da de ikke er i stand til selvstændig bevægelse
- Skelne nekton fra plankton og benthos og placere alle tre livsformgrupper korrekt i vandsøjlen

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Klassificere marine organismer som plankton, nekton eller benthos ud fra deres karakteristiske egenskaber
- Anvende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt ved beskrivelse af nekton og sammenligning med de to andre livsformgrupper
- Placere repræsentanter for alle tre livsformgrupper korrekt i vandsøjlen
- Begrunde klassifikationsbeslutninger ud fra observerbare egenskaber og tidligere viden

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvide nysgerrighed over for mangfoldigheden af dyr, der udgør nekton
- Udvide forståelse for havet som et komplekst, lagdelt miljø, der deles af tre forskellige livsformgrupper

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Systematisk observation og klassifikation af marine organismer på tværs af alle tre livsformgrupper
- Anvendelse af relevant naturvidenskabeligt ordforråd (nekton, plankton, benthos, vandsøjle, livsformgruppe, bevægelse)
- Udarbejdelse af visuelle fremstillinger af hele vandsøjlen med korrekt placerede organismer fra alle tre livsformgrupper

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forståelse af, at havet er organiseret i forskellige livsformgrupper baseret på, hvor og hvordan organismer lever
- Anerkendelse af mangfoldigheden og kompleksiteten af livet i det åbne hav

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde under sorterings- og klassifikationsaktiviteter
- Dele observationer og begrundelser og bidrage til fælles forståelse under den afsluttende helklasseaktivitet

NØDVENDIGE MATERIALER

- Billeder af repræsentanter for nekton – hajer, andre fisk, hvaler og havskildpadder – i åbent vand
- Klassifikationskort med billeder eller navne på marine organismer fra alle tre livsformgrupper (til sorteringsaktiviteten i fase 2)
- Udklip af forskellige marine organismer fra alle tre livsformgrupper med magneter til den afsluttende tavleaktivitet
- Rene A4-ark (ét pr. elevpar)
- Farveblyanter/tuscher
- Exit Ticket-skabeloner (én pr. elev)
- Ordkort/plakater med centrale begreber (nekton, plankton, benthos, vandsøjle, bevægelse, fastsiddende)
- Valgfrit: Videoer af store nektondyr i det åbne hav; satellitsporingskort over hvalers eller havskildpadders bevægelser

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Bygget til at svømme”

- Mind kort eleverne om, hvad de har lært i de to foregående lektioner: Plankton driver i vandsøjlen og kan ikke svømme mod strømmen; benthos lever på, i eller nær havbunden. Spørg: Hvad med dyrene imellem – de stærke svømmere i det åbne hav?
- Vis markante billeder af en hval, en haj, en havskildpadde og en fiskestime, der bevæger sig gennem åbent vand. Spørg: Hvad har alle disse dyr til fælles? Hvordan bevæger de sig? Kunne de svømme mod en stærk strøm? **(Brug figur 1.3, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 47).**
- Opfordr eleverne til at lægge mærke til, at disse dyr er bygget til aktiv bevægelse – strømlinede kroppe, kraftige finner eller haler og stærke muskler. Spørg: Tror I, at disse dyr bliver på ét sted, eller bevæger de sig over lange afstande?
- Vis eventuelt et satellitsporingskort over hvalers eller havskildpadders bevægelser på tværs af havbassiner. Spørg: Hvorfor bevæger disse organismer sig på tværs af havbassiner?
- Afslut med et overgangsspørgsmål: Hvis plankton driver, og benthos bliver på bunden, hvad ville I så kalde dyr, der kan svømme, hvorhen de vil?

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Plankton, Benthos eller Nekton?”

- Giv hvert elevpar et sæt klassifikationskort med forskellige marine organismer fra alle tre livsformgrupper – herunder fytoplankton, zooplankton, havgræs, koraller, krabber, rurer, søstjerner, hajer, andre fisk, hvaler og havskildpadder.
- **(Brug figur 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 46–49).**
- Eleverne arbejder parvis og sorterer kortene i tre grupper på deres A4-ark: plankton, benthos og nekton. De skal trække på alt, hvad de har lært i de to foregående lektioner.
- Opfordr eleverne til at diskutere hvert kort, før de placerer det: Hvorfor hører denne organisme til her? Hvilken egenskab gør jer sikre – eller usikre?
- Saml klassen for at sammenligne grupperingerne. Diskutér eventuelle organismer, som eleverne havde svært ved at klassificere, og hvorfor. Spørg: Var der nogen overraskelser? Endte nogle organismer i en anden gruppe, end I havde forventet?

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Brug visuelle hjælpemidler (digital præsentation eller plakat) til at forklare følgende, mens eleverne følger med og opdaterer deres tegninger af vandsøjlen fra fase 2.

1. Hvad er nekton?

- Organismer, der er i stand til aktivt at svømme mod vandstrømme
- Lever primært i vandsøjlen, men kan bruge havbunden til hvile, skjul, fødesøgning og formering
- Findes på forskellige dybder, fra overfladen til dybere vand
- I modsætning til plankton kontrollerer nekton, hvor det bevæger sig hen; i modsætning til benthos er det ikke bundet til havbunden

2. Hvem hører til nekton?

- **Fisk:** den mest mangfoldige og talrige gruppe af nekton, der findes på alle dybder og i alle havområder
- **Hajer:** Hajer (bruskfisk): Effektive rovdyr og blandt de mest effektive svømmere i havet.
- **Hvaler:** de største dyr på Jorden (specifikt blåhvaler), som kan krydse hele havbassiner
- **Havskildpadder:** krybdyr, der tilbringer næsten hele deres liv med at svømme i det åbne hav og vender tilbage til land for at lægge æg i sandet
- **Sjovt faktum:** Planter kan aldrig være nekton – uanset hvor meget vandet bevæger sig omkring dem, kan planter ikke svømme!

3. Saml det hele:

- Havet er hjemsted for tre store livsformgrupper: plankton, nekton og benthos
- Hver livsformgruppe defineres af, hvor organismer lever, og hvordan de bevæger sig
- Tilsammen omfatter livsformgrupperne alt liv i havet – fra den mindste drivende mikroorganisme til det største svømmende dyr på Jorden

Tjek forståelsen: Hurtig mundtlig quiz

- “Kan nekton svømme mod strømmen – hvad adskiller det fra plankton?”
- “Nævn ét dyr fra hver af de fire nekton-grupper, vi har talt om.”
- “Kunne en havgræsplante nogensinde være nekton – hvorfor ikke?”

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Havet tilhører alle”

Denne aktivitet samler viden fra alle tre lektioner for at skabe et fælles billede af livet i havet.

- Brug klassens tavle som havet. Tegn en enkel havbund nederst, markér vandsøjlen i midten og angiv overfladen øverst.
- Forbered udklip af en bred vifte af marine organismer fra alle tre livsformgrupper – herunder eksempler på fytoplankton, zooplankton, havgræs, koraller, rurer, krabber, søstjerner, hajer, andre fisk, hvaler og havskildpadder. **(Brug figur 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 46–49).**

- Giv eleverne magneter, så hvert udklip kan fastgøres på tavlen.
- Vis udklippene ét ad gangen, og bed eleverne identificere organismen. Den elev, der svarer korrekt, får udklippet. Når alle udklip er fordelt, inviteres eleverne én efter én op til tavlen for at placere deres organisme korrekt – plankton i vandsøjlen (primært nær overfladen på grund af lys), nekton i vandsøjlen og benthos på havbunden – og kort forklare deres begrundelse for klassen.
- Når alle organismer er placeret, træng tilbage og se på det samlede billede sammen. Spørg: Ser havet fyldt eller tomt ud nu? Hvilken livsformgruppe har flest organismer? Hvilken har de største?
- Kan I finde en organisme, der begyndte sit liv i en anden livsformgruppe?
- Hvad ville der ske med hele systemet, hvis én livsformgruppe forsvandt?
- Afslut med at understrege, at havet er et komplekst, lagdelt miljø, hvor hver livsformgruppe er afhængig af de andre – plankton føder nekton, benthos genanvender næringsstoffer, der understøtter plankton, og nekton forbinder overfladen med dybet.

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket

Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med tre dele:

- **Tegn og sæt betegnelser på:** De to dele af det marine miljø (vandsøjle, havbund), der viser alle tre livsformgrupper – plankton, nekton og benthos – med mindst to eksempelorganismer pr. gruppe
- **Forklar:** Skriv én sætning, der forklarer, hvad der gør nekton forskelligt fra både plankton og benthos
- **Reflektér:** Én ting, jeg fandt mest interessant på tværs af disse tre lektioner, var ...

Læreren indsamler Exit Tickets for at vurdere:

- Korrekt placering og betegnelser på tværs af alle tre livsformgrupper
- Forståelse af nektens karakteristiske egenskaber og hvordan det adskiller sig fra de to andre livsformgrupper
- Engagement og nysgerrighed

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Eleverne klassificerer organismer korrekt på tværs af alle tre livsformgrupper
- Eleverne anvender naturvidenskabeligt ordforråd korrekt ved beskrivelse af nekton og sammenligning med plankton og benthos
- Eleverne deltager aktivt i diskussioner og den afsluttende tavleaktivitet
- Eleverne samarbejder effektivt i par og som hel klasse

2. Spørgsmål:

- Målttede spørgsmål under sorteringsaktiviteten for at kontrollere forståelsen og håndtere misforståelser
- Uddybende spørgsmål under den afsluttende aktivitet for at fremme dybere tænkning om relationerne mellem livsformgrupper

Vurdering mellem elever:

- Partnerkontrol under sorteringsaktiviteten i fase 2

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

4. Evalueringskriterier for Exit Ticket:

- **Naturvidenskabelig korrekthed:** Korrekt mærket diagram over hele vandsøjlen med relevant ordforråd og korrekt placering af alle tre livsformgrupper
- **Forståelse:** Forklaringen viser tydelig forståelse af, hvad der definerer nekton, og hvordan det adskiller sig fra plankton og benthos
- **Engagement:** En gennemtænkt refleksion, der viser nysgerrighed og forståelse for det større billede på tværs af alle tre lektioner.

Succeskriterier for elever:

- Jeg kan definere nekton og forklare, hvad der gør det forskelligt fra plankton og benthos
- Jeg kan nævne mindst ét eksempel på nekton fra hver af de fire dyregrupper, vi har talt om
- Jeg kan placere alle tre livsformgrupper korrekt i det marine miljø (vandsøjle, havbund)
- Jeg kan forklare, hvorfor planter ikke kan være nekton
- Jeg kan beskrive, hvordan de tre livsformgrupper er forbundet og afhængige af hinanden

LEKTIONSPLAN 4. MANGFOLDIGHEDEN AF LIV I HAVET

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne introduktionslektion fokuserer på de vigtigste livsformgrupper af marine organismer – plankton, nekton og benthos – og giver eleverne grundlæggende viden om, hvordan livet i havet organiseres efter, hvor organismer lever, og hvordan de bevæger sig. Gennem diskussion, praktisk udforskning og samarbejdsaktiviteter opdager eleverne, at forskellige organismer er tilpasset livet i forskellige dele af vandsøjlen. Lektionen lægger vægt på observationsfærdigheder, udvikling af naturvidenskabeligt ordforråd og forståelse af, at havet er et komplekst, lagdelt miljø, der deles af en ekstraordinær mangfoldighed af livsformer.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Forklare, at havet rummer en stor variation af livsformer, som optager forskellige dele af det marine miljø (vandsøjle, havbund)
- Skelne mellem de tre vigtigste livsformgrupper af marine organismer: plankton, nekton og benthos
- Opliste eksempler på hver livsformgruppe, herunder fytoplankton og zooplankton, dyrekategorier blandt nekton (pattedyr, fugle, krybdyr, fisk) samt eksempler på bentiske organismer og deres grupper
- Forklare, at nogle dyr tilhører forskellige livsformgrupper på forskellige stadier af deres livscyklus

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Systematisk observere og registrere karakteristika ved livsformgrupper
- Anvende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt ved beskrivelse af marine organismers livsformgrupper
- Placere repræsentanter for hver livsformgruppe korrekt i det marine miljø (vandsøjle, havbund)
- Sammenligne de tre livsformgrupper ud fra deres karakteristiske egenskaber

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvide nysgerrighed over for havets biodiversitet
- Udvide forståelse for kompleksiteten og variationen af liv i det marine miljø

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Systematisk observation og registrering af karakteristika ved marine organismers livsformgrupper
- Anvendelse af passende naturvidenskabeligt ordforråd (plankton, nekton, benthos, fytoplankton, zooplankton, bakterioplankton, sessil).
- Udarbejdelse af visuelle fremstillinger af det marine miljø (vandsøjle, havbund) med korrekt placerede organismer

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forståelse af havets biodiversitet og den variation af livsformer, det understøtter
- Anerkendelse af, at forskellige organismer er tilpasset livet i forskellige dele af det marine miljø

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde under par- og gruppeaktiviteter
- Dele observationer og bidrage til fælles forståelse

NØDVENDIGE MATERIALER

- Billeder af forskellige marine organismer, der repræsenterer alle tre livsformgrupper (plankton, nekton, benthos)
- Udklip af forskellige marine organismer (fisk, havskildpadder, tang, krabber, bløddyr, planktoniske organismer) med magneter til tavleaktiviteten
- Rene A4-ark (ét pr. elevpar)
- Farveblyanter/tuscher
- Enkle livscyklusdiagrammer af udvalgte dyr (fisk, krabbe, vandmand) – ét sæt pr. gruppe eller vist for hele klassen
- Exit Ticket-skabeloner (én pr. elev)
- Ordkort/plakater med centrale begreber (plankton, nekton, benthos, fytoplankton, zooplankton, bakterioplankton, fastsiddende)
- Valgfrit: Videoer af marine økosystemer, der viser organismer i deres naturlige levesteder; mikroskopibilleder af planktoniske organismer

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Livet i havet.”

- Vis billeder af forskellige marine organismer – fisk, hvaler, tang, plankton, bløddyr, krabber osv. (**Brug figur 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 46–49**).
- Opfordr til diskussion med spørgsmål: Kan I genkende nogen af disse organismer? Hvordan bevæger de sig? Hvor lever de? Hvad har de brug for for at overleve? Har de alle brug for de samme ting? Hvad har tang brug for – skal det altid være fastgjort til noget? Hvordan adskiller en hval sig fra tang i måden, den lever og bevæger sig på?
- Led eleverne hen mod at bemærke, at forskellige organismer optager forskellige dele af havet og lever på meget forskellige måder.

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Havet – der er plads til alle.”

- Vis ordet **PLANKTON** sammen med billeder af fytoplankton og zooplankton. Spørg eleverne: Har I hørt dette ord før? Hvad får det jer til at tænke på? Hvis eleverne nævner SvampeBob, spørg: Ud fra det, tror I så, at plankton er stort eller lille? Forbinder I ordet plankton med hvaler (ofte ved de, at det er føde for hvaler) – og hvis ja, hvad fortæller det os?
- Vis ordet **NEKTON** sammen med billeder af fisk, havskildpadder, hvaler og pingviner. Gentag en lignende diskussion: Har I hørt dette ord? Hvad har disse organismer til fælles?
- Vis ordet **BENTHOS** sammen med billeder af krabber, havgræs, rurer og bløddyr. Invitér igen til indledende observationer og associationer.
- Eleverne arbejder parvis og får et rent A4-ark og farveblyanter. De tegner et enkelt tværsnit af havet og markerer overfladen, vandsøjlen og havbunden. Derefter tegner eller skriver de, hvor plankton, nekton og benthos kan findes.

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Brug visuelle hjælpemidler (digital præsentation eller plakat) til at forklare følgende.

1. Plankton

- Fritsvævende organismer, der lever i vandsøjlen
- Som regel mikroskopiske eller meget små
- Kan ikke svømme mod vandstrømme – de driver med dem
- Omfatter tre hovedgrupper: fytoplankton (fotosyntetiske organismer), zooplankton (dyr) og bakterioplankton
- Udgør størstedelen af biomassen i havet

2. Nekton

- Organismer, der kan svømme aktivt og bevæge sig mod vandstrømme
- Lever primært i vandsøjlen, men kan bruge havbunden til hvile, skjul, fødesøgning og formering
- Omfatter repræsentanter fra flere dyrekategorier: fisk, pattedyr, krybdyr og endda nogle fugle
- Planter kan ikke være nekton, da de ikke er i stand til selvstændig bevægelse

3. Benthos

- Organismer, der lever på, i eller nær havbunden

- Inddeles i grupper baseret på størrelse (f.eks. makrobenthos, meiobenthos, mikrobenthos)
- Omfatter dyr, planter og mikroorganismer
- Nogle bevæger sig hen over havbunden; andre er fastsiddende (permanent fastgjort til en overflade), såsom rurer eller koraller

Aktivitet: “Lad os finde hjem til dem.”

- Forbered udklip af forskellige marine organismer – nogle få eksempler på fisk, havskildpadder, tang, krabber, bløddyr og planktoniske organismer, som tidligere er introduceret. Arterne behøver ikke være specifikke. **(Brug figur 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 46–49).**
- Vis udklippene ét ad gangen, og bed eleverne identificere organismen. Den elev, der svarer korrekt, får udklippet.
- Når alle udklip er fordelt, bruges klassens tavle som havet – tegn en enkel havbund nederst og markér overfladen øverst.
- Giv eleverne magneter, så hvert udklip kan fastgøres på tavlen.
- Invitér eleverne én efter én til at placere deres udklip korrekt – plankton i vandsøjlen (primært nær overfladen), nekton i vandsøjlen og benthos på bunden – og kort forklare deres begrundelse.

Tjek forståelsen: Hurtig mundtlig quiz

- “Hvad hedder gruppen af organismer, der lever på eller nær havbunden?”
- “Hvilken gruppe tilhører fisk, hvaler og havskildpadder?”
- “Kan plankton svømme mod strømmen?”

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Ét dyr, to verdener”

Eleverne arbejder i små grupper (3–4 elever) med enkle livscyklusdiagrammer af udvalgte dyr, såsom en fisk, en krabbe og en vandmand. Målet er at opdage, at ikke alle dyr tilbringer hele deres liv i den samme livsformgruppe. Livscyklusdiagrammerne kan vises for hele klassen eller printes til hver gruppe. Eleverne angiver, hvilken livsformgruppe dyret tilhører på hvert stadie af sit liv, for eksempel:

- **Fisk:** æg og larver → plankton; voksne → nekton
- **Krabbe:** larver → plankton; voksne → benthos
- **Vandmand:** larver → plankton; polypstadie → benthos; medusastadie → plankton

Giv følgende diskussionsspørgsmål:

- Kan det samme dyr tilhøre mere end én livsformgruppe i løbet af sit liv?
- Hvad ændrer sig – dyret eller miljøet?

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket

Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med tre dele:

- **Tegn og sæt betegnelser på:** Et enkelt tværsnit af havet, der viser, hvor plankton, nekton og benthos kan findes, med mindst én eksempelorganisme for hver livsformgruppe
- **Forklar:** Skriv én sætning, der beskriver én central egenskab ved en valgfri livsformgruppe
- **Reflektér:** Én ting, jeg fandt mest interessant i dag, var ...

Læreren indsamler Exit Tickets for at vurdere:

- Korrekt placering og betegnelser
- Forståelse af de karakteristiske egenskaber ved hver livsformgruppe
- Engagement og nysgerrighed

ASSESSMENT

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Eleverne placerer organismer korrekt i den relevante livsformgruppe
- Eleverne anvender naturvidenskabeligt ordforråd korrekt
- Eleverne deltager aktivt i diskussioner
- Eleverne samarbejder effektivt i par og grupper

2. Spørgsmål:

- Målettede spørgsmål under udforskningen for at kontrollere forståelsen
- Uddybende spørgsmål for at fremme dybere tænkning om de karakteristiske egenskaber ved hver livsformgruppe

3. Vurdering mellem elever:

- Partnerkontrol under aktiviteten med tegningen af vandsøjlen/havbunden i fase 2

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

4. Evalueringskriterier for Exit Ticket:

- **Naturvidenskabelig korrekthed:** Korrekt mærket havdiagram med relevant ordforråd og mindst ét eksempel på en organisme pr. livsformgruppe
- **Forståelse:** Forklaringen viser forståelse af de karakteristiske egenskaber ved mindst én livsformgruppe
- **Engagement:** Gennemtænkte refleksioner der viser nysgerrighed over for havets biodiversitet

Succeskriterier for elever:

- Jeg kan identificere og beskrive de tre vigtigste økologiske formationer: plankton, nekton og benthos
- Jeg kan placere forskellige marine organismer korrekt i det marine miljø (vandsøjle, havbund)
- Jeg kan forklare mindst én karakteristisk egenskab ved hver livsformgruppe
- Jeg kan give et eksempel på et dyr, der tilhører forskellige livsformgrupper på forskellige stadier af sit liv

LEKTIONSPLAN 5. MANGFOLDIGHEDEN AF ØKOSYSTEMER I HAVET

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion introducerer eleverne til mangfoldigheden af marine økosystemer og giver grundlæggende viden om de fysiske og kemiske faktorer, der former livet i havet. Gennem diskussion, samarbejdende kortlægningsaktiviteter og kreative gruppeaktiviteter undersøger eleverne, hvordan lys, temperatur, saltholdighed og ilt bestemmer, hvilke organismer der kan overleve i forskellige dele af havet. Lektionen fører eleverne fra en bred forståelse af havets forhold og lyszoner til et nærmere kig på tre hovedgrupper af marine økosystemer – det åbne hav, kyst- og nærområdet samt dybhavet – og de unikke organismsamfund, som hver af dem understøtter. Lektionen lægger vægt på observations- og sammenligningsfærdigheder, udvikling af naturvidenskabeligt ordforråd og forståelse for den ekstraordinære mangfoldighed og kompleksitet i marine miljøer.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Forklare, at marine miljøer struktureres af fysiske (abiotiske) faktorer, herunder lys, temperatur, saltholdighed og ilt
- Beskrive havets tre lyszoner: den fotiske, dysfotiske og afotiske zone
- Identificere de tre hovedgrupper af marine økosystemer: det åbne hav, kyst- og nærområdet samt dybhavet
- Beskrive de vigtigste karakteristika ved hver økosystemgruppe og give eksempler på organismer, der findes der
- Forklare, at forskellige fysiske forhold (abiotiske faktorer) understøtter forskellige økosystemer og organismsamfund

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Observere og sammenligne karakteristika ved forskellige marine økosystemer
- Anvende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt ved beskrivelse af marine økosystemer og deres forhold
- Placere marine økosystemer og organismer i deres korrekte geografiske og miljømæssige kontekst på et verdenskort
- Begrunde placeringen af organismer i økosystemer ud fra deres tilpasninger og miljøkrav

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvide nysgerrighed over for mangfoldigheden af marine økosystemer og det liv, de understøtter
- Udvide forståelse for kompleksiteten af havets økosystemer og deres afhængighed af en fin balance mellem miljøforhold.

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Systematisk observation og sammenligning af karakteristika ved forskellige marine økosystemer
- Anvendelse af relevant naturvidenskabeligtordforråd (fotisk, dysfotisk, afotisk, pelagisk, bentisk, saltholdighed, hydrotermisk skorsten, koralrev, havgræseng, mangrove)
- Udarbejdelse af visuelle fremstillinger af marine økosystemer og deres udbredelse

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forståelse af, at havets biodiversitet styres af fysiske og kemiske miljøforhold
- Anerkendelse af, at forskellige økosystemer understøtter forskellige organismesamfund, og at hvert økosystem er unikt og uerstatteligt

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde under gruppeaktiviteter med kortlægning og økosystemdesign
- Dele observationer og begrundelser og bidrage til fælles forståelse

NØDVENDIGE MATERIALER

- Billeder af forskellige marine organismer og økosystemer (åbent hav, koralrev, havgræseng, mangrove, sandkyst, klippekyst)
- Verdenskort med kontinenter og oceaner til klassesdiskussion
- Konturkort over verden (ét pr. gruppe)
- Billeder eller mærkede kort med økosystemer og organismer (koralrev, havgræseng, mangrove, åbent hav, hvaler, hvidhajer, havskildpadder) til kortlægningsaktiviteten
- Kort med miljøforhold til aktiviteten “Design dit økosystem” (ét pr. gruppe)
- Tomme habitatskabeloner til aktiviteten “Design dit økosystem” (én pr. gruppe)
- Billeder eller navnekort med organismer til aktiviteten “Design dit økosystem”
- Farveblyanter/tuscher
- Exit Ticket-skabeloner (én pr. elev)
- Ordkort/plakater med centrale begreber (fotisk, dysfotisk, afotisk, pelagisk, saltholdighed, hydrotermisk skorsten, koralrev, havgræseng, mangrove)
- Valgfrit: Videoer af forskellige marine økosystemer; kort over sporede hvalers eller havskildpadders bevægelser, der viser udbredelse i det åbne hav

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Samme behov, forskellige måder”

- Vis billeder af forskellige marine organismer – tang, havgræs, fisk, delfiner, koraller, krabber osv. **(Brug figur 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 46–49).**
- Opfordr til diskussion med spørgsmål: Hvad har alle disse organismer til fælles? Hvad har de alle brug for for at overleve – føde, ilt, vand, varme? Får de alle disse ting på samme måde?
- Led eleverne hen mod at bemærke, at selvom alle levende organismer har de samme grundlæggende behov, opfylder de dem på meget forskellige måder. Planter bruger fotosyntese til at producere føde og har brug for lys for at gøre det. Dyr kan ikke producere deres egen føde og må spise andre organismer. Ikke alle organismer har brug for lys, men de fleste har brug for ilt.
- Afslut aktiviteten med et overgangsspørgsmål: Hvis organismer har så forskellige behov og måder at leve på, tror I så, at de alle lever de samme steder – eller passer forskellige steder til forskellige organismer?

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Alle steder er forskellige”

- Vis et tværsnit af havet, der viser de fotiske, dysfotiske og afotiske zoner. Opfordr til diskussion: Hvad tror I kan leve, hvor der ikke er lys? Kan planter overleve i dybhavet? Kan nogle organismer bevæge sig mellem zonerne, eller bliver de ét sted? **(Brug figur 1.7, SEAQUEST Curriculum for Teachers, side 50).**
- Vis et billede af en stor hval, såsom en blåhval. Diskutér: Hvor lever et dyr af denne størrelse? Kan vi finde det tæt på kysten? Hviler det på havbunden? Led eleverne hen mod idéen om, at nogle dyr lever i det åbne hav, langt fra kysten, i det der kaldes den oceaniske zone. Vis eventuelt et kort over sporede hvalers bevægelser for at illustrere, hvordan de bevæger sig over store strækninger af åbent hav.
- Vis billeder af en sandkyst, et koralrev og en havgræseng side om side. Stil ved hvert billede spørgsmål som: Hvilke typer organismer lever her? Kan dyr grave sig ned i eller gemme sig i sandet? Er organismer fastgjort til en overflade eller bevæger de sig frit – eller begge dele? Er det let at finde føde eller skjul her? Har dette økosystem brug for lys for at fungere? **(Brug figur 1.13, 1.14, side 54, figur 3.2, 3.3, 3.4, side 84–85, SEAQUEST Curriculum for Teachers).**

- Efter at have diskuteret alle tre, spørg: Hvad har disse økosystemer til fælles? Hvordan er de forskellige? Led eleverne hen mod konklusionen, at hvert økosystem har sine egne karakteristika – fysiske forhold, tilgængelige ressourcer og organismesamfund – og at disse forskelle gør hvert økosystem til et unikt levested.

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Brug visuelle hjælpemidler (digital præsentation eller plakat) til at forklare følgende

1. Faktorer, der former livet i havet

- Marine miljøer formes af en række fysiske og kemiske faktorer. Blandt de vigtigste er lys, ilt, saltholdighed og temperatur – og disse varierer meget mellem forskellige marine miljøer.
- På baggrund af lystilgængelighed opdeles havet i tre zoner: den fotiske zone (tilstrækkeligt lys til fotosyntese), den dysfotiske zone (svagt lys, utilstrækkeligt til fotosyntese) og den afotiske zone (fuldstændigt mørke)
- Disse varierende forhold giver anledning til tre hovedgrupper af marine økosystemer: det åbne hav, kyst- og nærområdet samt dybhavet

2. Det åbne hav

- Dækker cirka 70 % af Jordens overflade
- Kendetegnes ved store strækninger af åbent vand med få steder at gemme sig eller hvile
- Dyr er tilpasset langdistancesvømning og livet i åbent vand, såsom hvaler, tun og hajer

3. Kyst- og nærområdet

- Blandt de mest produktive og biologisk rige miljøer på Jorden
- Omfatter sand- og klippekyster, hver med deres egne organismesamfund
- Koralrev dannes i varmt, klart, lavt vand, hvor lyset kan nå ned; de er meget følsomme over for ændringer i temperatur og vandkvalitet
- Havgræsenge kan dannes på tværs af et temperaturområde (de fleste havgræsarter trives ved 15 °C–30 °C), men kræver rigeligt lys, da havgræs er blomsterplanter, der er afhængige af fotosyntese

4. Dybhavet

- Kendetegnes ved fuldstændigt mørke, ekstremt hydrostatisk tryk og meget lave temperaturer
- Ingen planter kan overleve her på grund af fraværet af lys
- Alle organismer er højt specialiserede til at modstå disse ekstreme forhold
- Hydrotermiske skorstene på havbunden understøtter unikke organismesamfund, der er afhængige af kemisk energi frem for sollys

Aktivitet: “Hvor i verden?”

- Vis et verdenskort med kontinenter og oceaner. Diskutér først sammen: Hvor finder vi varmt vand, og hvor finder vi koldt vand? Hvad gør nogle regioner varmere end andre? Fastlæg derefter forskellen mellem kystzoner og det åbne hav – hvor slutter kysten, og hvor begynder det åbne hav?
- Uddel konturkort over verden (ét pr. gruppe). Eleverne arbejder i grupper på 4–5. Hver gruppe får et sæt billeder eller mærkede kort, der repræsenterer forskellige marine økosystemer og organismer – koralrev, havgræsenge, mangrover, åbent hav samt dyr som hvaler, hvidhajer og havskildpadder.
- Grupperne diskuterer sammen og placerer hvert økosystem eller hver organisme på det sted på kortet, hvor de mener, det mest sandsynligt forekommer.

- For eksempel: koralrev i lavvandede tropiske og subtropiske kystzoner, havgræsenge fra kolde til tropiske kystmiljøer, dyr fra det åbne hav fordelt over Stillehavet, Atlanterhavet og Det Indiske Ocean.
- Saml klassen igen for at sammenligne gruppernes kort og diskutere eventuelle forskelle. Ret eventuelle misforståelser og understreg idéen om, at fysiske faktorer – især temperatur, lys og nærhed til kysten – bestemmer, hvor hvert økosystem kan eksistere.

Tjek forståelsen: Hurtig mundtlig quiz

- “Ved hvilke vandtemperaturer finder vi koralrev – varme, kolde eller begge?”
- “Hvor lever hvaler – tæt på kysten, i det åbne hav eller begge steder?”
- “Kan havgræs overleve uden lys – hvorfor eller hvorfor ikke?”

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “På tværs af grænser”

- Hver gruppe på 4–5 elever får et kort, der beskriver et sæt miljøforhold, for eksempel:
 - “Lavt kystvand, tropisk region, varm temperatur, rigeligt lys, klart vand”
 - “Åbent vand, tempereret region, moderat temperatur, ingen havbund inden for rækkevidde”
 - “Kystzone, tempereret region, moderat lys, sandet og mudret substrat”
 - “Fuldstændigt mørke, ekstremt tryk, meget lav temperatur, intet lys”
- På baggrund af deres kort med miljøforhold skal gruppen beslutte: Hvilket økosystem ville dannes her? Derefter bygger de deres økosystem ved at vælge fra et sæt billeder eller navnekort med organismer og placere dem på en enkel, tom habitatskabelon (en tegnet skitse af deres miljø).
- Grupperne skal begrunde deres valg ved sammen at besvare tre spørgsmål:
 - Hvilket økosystem er dette, og hvorfor?
 - Hvilke organismer kan overleve her, og hvorfor?
 - Hvilke organismer kan helt sikkert ikke overleve her, og hvorfor ikke?

- Hver gruppe præsenterer kort sit økosystem for klassen og forklarer sin begrundelse. Klassen kan stille spørgsmål eller udfordre valgene.
- Afslut med en fælles klassediskussion: Førte forskellige forhold altid til forskellige økosystemer? Hvilken faktor virkede vigtigst for at afgøre, hvad der kunne leve et sted – temperatur, lys eller noget andet?

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket

- Tegn og sæt betegnelser på:** Et enkelt tværsnit af havet, der viser de tre vigtigste marine økosystemgrupper (åbent hav, kyst- og nærområde, dybhav) med mindst én eksempelorganisme eller ét kendetegn for hver
- Forklar:** Skriv én sætning, der beskriver, hvordan én fysisk faktor (lys, temperatur, saltholdighed eller ilt) former livet i et specifikt økosystem
- Reflektér:** Én ting, jeg fandt mest interessant i dag, var ...

Læreren indsamler Exit Tickets for at vurdere:

- Korrekt placering og betegnelser for økosystemer
- Forståelse af relationen mellem fysiske forhold og de økosystemer, de understøtter
- Engagement og nysgerrighed

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Eleverne identificerer korrekt de tre vigtigste marine økosystemgrupper og deres centrale karakteristika
- Eleverne placerer marine økosystemer korrekt i deres geografiske kontekst på verdenskortet
- Eleverne anvender naturvidenskabeligt ordforråd korrekt
- Eleverne deltager aktivt i diskussioner og samarbejder effektivt i par og grupper

2. Spørgsmål:

- Målrettede spørgsmål under udforskningen for at kontrollere forståelsen af, hvordan fysiske faktorer former økosystemer
- Uddybende spørgsmål under kortlægnings- og økosystemdesignaktiviteterne for at fremme dybere tænkning om relationerne mellem miljøforhold og de organismer, de understøtter

3. Evaluering mellem elever:

- Gruppekontrol under kortlægningsaktiviteten “Hvor i verden?” i fase 3

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

4. Evalueringskriterier for Exit Ticket:

- Naturvidenskabelig korrekthed:** Korrekt mærket tværsnit af havet, der viser alle tre økosystemgrupper med relevant ordforråd og mindst én eksempelorganisme eller ét kendetegn pr. økosystem
- Forståelse:** Forklaringen viser forståelse af, hvordan mindst én fysisk faktor former livet i et specifikt økosystem
- Engagement:** Gennemtænkt refleksion, der viser nysgerrighed over for mangfoldigheden og kompleksiteten i marine miljøer

Succeskriterier for elever:

- Jeg kan navngive og beskrive de tre vigtigste marine økosystemgrupper: det åbne hav, kyst- og nærområdet samt dybhavet
- Jeg kan forklare, hvordan fysiske faktorer såsom lys, temperatur og saltholdighed bestemmer, hvilke organismer der kan overleve i et givent økosystem
- Jeg kan placere marine økosystemer korrekt geografisk på et verdenskort
- Jeg kan beskrive mindst ét centralt kendetegn ved hvert økosystem og give et eksempel på en organisme, der findes der

B2.

TEMATISK MODUL 2: HAVGRÆS ER UNIKKE PLANTER

Theodora Boubonari

Demokritus-Universitetet i Thrakien, Grækenland

Paraskevi Malea

Aristoteles-Universitetet i Thessaloniki, Grækenland

Theodoros Kevrekidis

Demokritus-Universitetet i Thrakien, Grækenland

LEKTIONSPLAN 1. HAVGRÆSSETS MORFOLOGI

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne introduktionslektion fokuserer på havgræssets generelle morfologi, og giver eleverne grundlæggende viden om de strukturelle karakteristika, der enten er fælles med eller adskiller havgræs fra landplanter. Gennem praktisk udforskning, visuel analyse og sammenlignende aktiviteter opdager eleverne, hvordan havgræs er tilpasset marine miljøer. Lektionen lægger vægt på observationsfærdigheder, udvikling af naturvidenskabeligt ordforråd og forståelse af sammenhænge mellem struktur og funktion hos marine blomsterplanter.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Definere havgræs som marine blomsterplanter med specialiserede tilpasninger
- Identificere og sætte betegnelser på de vigtigste morfologiske karakteristika ved havgræs (ortotrop jordstængel, plagiotrop jordstængel, knuder, internodier, rødder, skud, blade, bladskede, bladplade)
- Skelne mellem strukturer over og under substratet
- Forklare, at havgræs er angiospermer (blomsterplanter), der er tilpasset marine miljøer

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Systematisk observere og registrere morfologiske karakteristika ved havgræs
- Anvende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt ved beskrivelse af plantemorfologi
- Udarbejde mærkede diagrammer, der viser havgræssets struktur
- Sammenligne strukturer hos havgræs og landplanter

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvide nysgerrighed over for marine planters tilpasninger
- Udvide respekt for naturvidenskabelig observation og nøjagtighed

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Systematisk observation og registrering af havgræssets morfologiske karakteristika
- Anvendelse af relevant naturvidenskabeligt ordforråd (jordstængel, knude, internodie, rødder, skud, blade, bladskede, bladplade)
- Udarbejdelse af visuelle fremstillinger (mærkede diagrammer)

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forståelse af havgræs
- Anerkendelse af tilpasninger til marine miljøer

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde under gruppeaktiviteter
- Dele observationer og bidrage til fælles forståelse

NØDVENDIGE MATERIALER

- Fotos af havgræsplanter og havgræsenge (se SEAQUEST Curriculum for Teachers s. 71–72)
- Stort billede af havgræs (printet eller digitalt)
- Arbejdsark med umærket havgræsdiagram (ét pr. elev)
- Farveblyanter/tuscher
- Venn-diagrammer (ét pr. gruppe)
- Exit Ticket-skabeloner (én pr. elev)
- Ordkort/plakater
- Valgfrit: Konserverede havgræsplanter, videoer af havgræsenge

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Hvad lever under vandet?”

- Vis billeder af forskellige undervandsplanter (makroalger, havgræs)
- Stil spørgsmålet: Hvilke af disse ligner planter, vi allerede kender? Hvorfor?
- Vis flotte billeder af havgræsenge for at vække interesse
- Lad os udforske disse typer planter!

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Over og under”

- Giv eleverne store diagrammer/fotografier, der viser komplette havgræsplanter (både dele under og over substratet er synlige)
- Eleverne arbejder parvis og bruger farveblyanter til at:
 - Sætte en cirkel om dele over substratet med GRØN
 - Sætte en cirkel om dele under substratet med BRUN
- Klassediskussion: Hvad fandt I ovenover? Hvad fandt I nedenunder? Hvorfor kan planter have brug for begge dele?

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Brug visuelle hjælpemidler (plakat, digital præsentation eller fysisk model) til at forklare følgende, mens eleverne samtidig udfører aktiviteten (Fig. 1).

1. Hvad er havgræs?

- Marine blomsterplanter (angiospermer)
- Har rødder, ledningsvæv, blomster og frugter
- Lever nedsænket i saltvand

2. Strukturer under substratet:

- **Jordstængler:** vandrette (eller plagiotrope) stængler, der vokser i segmenter langs eller under substratet; sørger for forankring og hjælper planten med at sprede sig. Mange havgræsarter har også lodrette (ortotrope) jordstængler
- **Knuder:** forbindelsespunkter på jordstængler, hvor rødder og skud kommer frem
- Internodier: afsnit mellem knuder
- **Rødder:** optager næringsstoffer fra sedimentets porevand (interstitielt vand)

3. Strukturer over substratet:

- **Skud:** blade med jordstængel, vandret eller lodret
- **Blade:** består af to dele
 - **Bladskede:** den basale del, der beskytter udviklende blade
 - **Bladplade:** den distale del til fotosyntese og optagelse af næringsstoffer fra havvandet

4. Særlige tilpasninger:

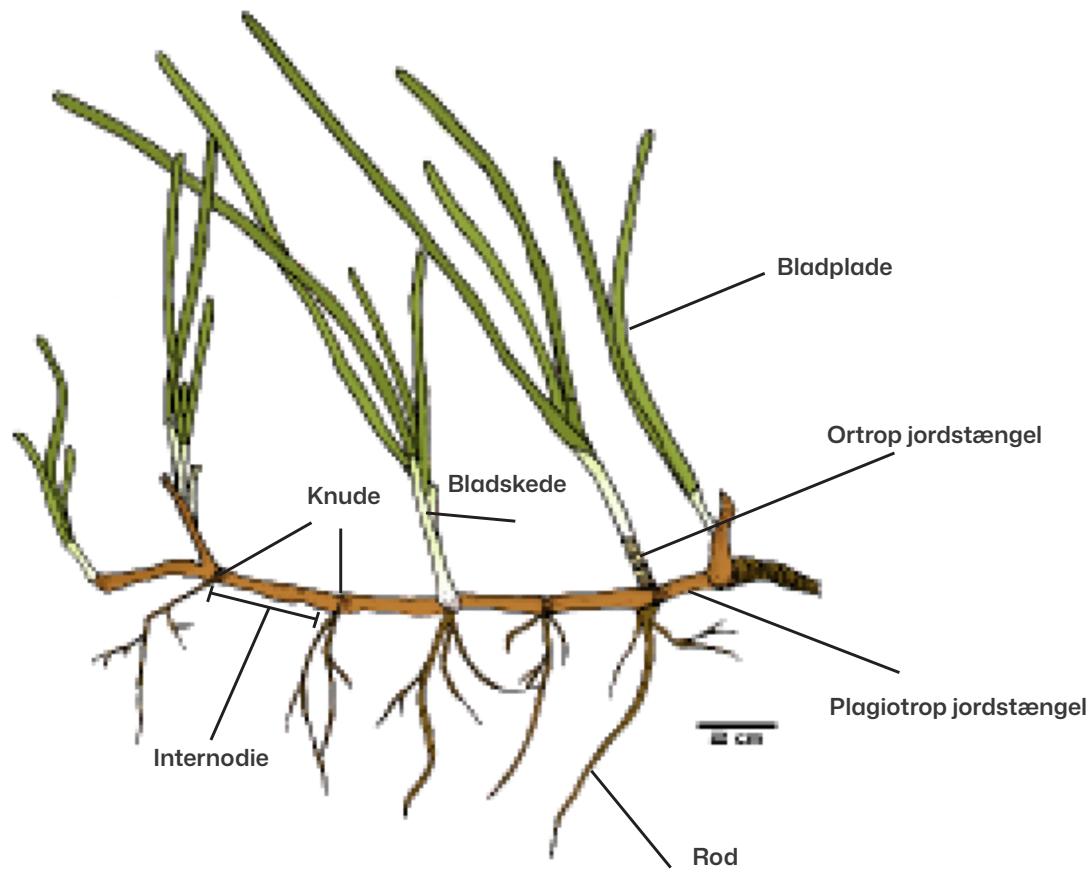
- Fleksible blade, der kan modstå vandstrømme
- Vandrette jordstængler til at kolonisere havbunden. Jordstænglen hjælper planten med at forankre sig på havbunden
- Specialiserede blade med en meget reduceret kutikula og en epidermis uden spalteåbninger, hvilket gør det muligt for havgræs at optage næringsstoffer og gasser, såsom CO₂, direkte fra det omgivende havvand gennem bladoverfladerne

Aktivitet: “Sæt betegnelser på havgræsset”

- Uddel arbejdsark med et umærket havgræsdiagram (Fig. 1)
- Ved hjælp af en ordbank (jordstængel, rødder, skud, blade, knude, internodie, bladskede, bladplade) sætter eleverne betegnelser på de morfologiske karakteristika
- Læreren går rundt, vejleder og stiller uddybende spørgsmål:
 - “Hvor tror I, at planten får næringsstoffer fra?”
 - “Hvilken del hjælper den med at sprede sig hen over havbunden?”
 - “Hvor foregår fotosyntesen?”
 - “Hvordan optager havgræsblade næringsstoffer anderledes end landplanter blade?”

Tjek forståelsen: Hurtig mundtlig quiz

- “Peg på jordstænglen!”
- “Hvad er forskellen mellem en knude og et internodie?”
- “Hvilken del udfører fotosyntese?”



Figur 1. Skematisk fremstilling af de grundlæggende dele hos en havgræsart

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: Sammenligning af “Havgræs vs. landplante”

- Eleverne arbejder i små grupper (3–4 elever) med et Venn-diagram eller med rigtige planter (Fig. 2):
- Venstre cirkel: Landbaserede blomsterplanter
- Højre cirkel: Havgræs
- Overlap: Det, de har til fælles (skrives af eleverne under diskussionen)

Giv følgende diskussionsspørgsmål:

- Hvad har de til fælles?
- Begge har blade, men hvordan er de forskellige i funktion?
- Hvilke strukturer hjælper hver af dem med at overleve i deres miljø?
- “Landplanter har en tyk kutikula og spalteåbninger på bladene. Hvorfor kan havgræs have anderledes bladstrukturer?”



Figur 2. Aktiviteten "Havgræs vs. landplante"



FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket

Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med tre dele:

- **Tegn og sæt betegnelser på:** Et enkelt havgræs med mindst 5 morfologiske karakteristika (jordstængel, rod, knude, skud, blad med bladskede og bladplade)
- **Forklar:** Skriv én sætning, der forklarer, hvorfor jordstænglen er vigtig for havgræs
- **Reflektér:** Én ting, jeg fandt mest interessant i dag, var ...

Læreren indsamler Exit Tickets for at vurdere:

- Korrekthed af betegnelser
- Forståelse af sammenhænge mellem struktur og funktion
- Engagement og nysgerrighed

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Eleverne identificerer korrekt dele over/under substratet
- Eleverne anvender naturvidenskabeligt ordforråd korrekt
- Eleverne deltager aktivt i diskussioner
- Eleverne samarbejder effektivt i par/grupper

2. Spørgsmål:

- Målrettede spørgsmål under udforskningen for at kontrollere forståelsen
- Uddybende spørgsmål for at fremme dybere tænkning

3. Vurdering mellem elever:

- Partnerkontrol under aktiviteten med betegnelser

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

4. Evalueringskriterier for Exit Ticket:

- **Naturvidenskabelig korrekthed:** Korrekt mærket diagram med relevant ordforråd
- **Forståelse:** Forklaringen viser forståelse af jordstænglens funktion
- **Engagement:** Refleksionen viser eftertænkksomhed og nysgerrighed.

Succeskriterier for elever:

- Jeg kan sætte betegnelser på mindst 5 morfologiske karakteristika ved en havgræsplante
- Jeg kan forklare forskellen mellem strukturer over og under substratet
- Jeg kan beskrive mindst én måde, hvorpå havgræs er tilpasset det marine miljø

LEKTIONSPLAN 2. HAVGRÆS VS. MAKROALGER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion bygger videre på elevernes grundlæggende viden om havgræssets morfologi ved at hjælpe dem med at skelne havgræs fra makroalger, organismer der ofte forveksles med havgræs i marine miljøer. Gennem sammenlignende analyse, praktisk undersøgelse og aktiviteter med kritisk tænkning undersøger eleverne de grundlæggende biologiske forskelle mellem disse to grupper af marine autotrofe organismer. Lektionen lægger vægt på observationsfærdigheder, sammenlignende ræsonnement og forståelse af mangfoldigheden af marint liv, samtidig med at tidligere indlært terminologi om havgræs styrkes.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Definere makroalger som flercellede, autotrofe organismer, der adskiller sig fra havgræs
- Identificere mindst fem centrale strukturelle og funktionelle
- forskelle mellem havgræs og makroalger
- Forklare, at makroalger mangler ægte rødder, ledningsvæv, blomster, frugter og frø
- Beskrive, hvordan makroalger forankrer sig, optager næringsstoffer (direkte absorption), fotosyntetiserer (alle celler) og formerer sig (sporer)
- Genkende de tre hovedgrupper af makroalger (grønne, røde, brune)

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Systematisk sammenligne to forskellige typer marine autotrofe organismer
- Analysere strukturelle karakteristika for at klassificere organismer korrekt
- Anvende sammenlignende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt
- Udarbejde sammenligningstabeller, der organiserer flere karakteristika
- Vurdere visuelle beviser for at foretage evidensbaserede identifikationer

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvide nysgerrighed over for klassifikation af organismer og biologiske forskelle
- Værdsætte nøjagtighed i naturvidenskabelig observation og identifikation
- Udvide respekt for kompleksiteten og det unikke ved forskellige marine organismer

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Systematisk observere og registrere karakteristika ved forskellige marine autotrofe organismer
- Identificere centrale karakteristika og skelne mellem taksonomiske grupper
- Anvende naturvidenskabelige værktøjer (sammenligningstabeller, bestemmelsesnøgler) til analyse
- Præsentere resultater med relevant naturvidenskabeligt ordforråd
- Drage evidensbaserede konklusioner ud fra sammenlignende observationer

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forstå biodiversitet i det marine miljø
- Analysere strukturelle tilpasninger til det marine miljø

Digitale kompetencer:

- Anvende digitale ressourcer til artsidentifikation og sammenligning

Sociale og civile kompetencer:

- Arbejde effektivt i grupper med sammenlignende analyse
- Dele observationer og bidrage til fælles forståelse
- Støtte læring mellem elever gennem samarbejdende identifikationsaktiviteter

NØDVENDIGE MATERIALER

Nødvendigt

- 6–8 billeder af marine autotrofe organismer til åbningsaktiviteten (digitale eller printede) (se appendiks)
- Store billeder af havgræs og makroalger til gruppeundersøgelse (ét sæt pr. gruppe)
- 10 organismebilleder til identifikationsudfordringen (digitale eller printede kort)
- Tuscher/farveblyanter
- Forstørrelsesglas
- Konserverede eksemplarer af havgræs og makroalger (hvis tilgængelige)
- Videoer, der viser havgræs og makroalger i deres naturlige levesteder

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Marint mysterium – hvad er jeg?”

Vis 6–8 billeder af autotrofe organismer eller rigtige prøver (blanding af havgræs, grønalger, rødalger, brunalger).

Interaktiv afstemning:

- “Ræk hånden op, hvis I tror, dette er havgræs”
- Registrér klassens svar for hvert billede eller hver prøve
- Afslør: “Nogle af jer havde forskellige svar. Hvorfor kan disse organismer være forvirrende?”

Spørgsmål: “Hvis de begge lever under vand og ser grønne ud, hvordan kan vi så afgøre, om noget er havgræs eller makroalger? Er de det samme?”

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet 1: “Undersøgelseskort”

Eleverne arbejder i grupper på 3–4. Hver gruppe får:

- 2 store billeder: ét tydeligt mærket havgræs og ét tydeligt mærket makroalge
- Undersøgelsesark med observationsspørgsmål
- Forstørrelsesglas (hvis tilgængelige)

Undersøgelsesspørgsmål (eleverne registrerer observationer):

1. Forankringsstruktur:

- Hvordan fastgør hver organisme sig til substratet?
- Tegn det, I observerer ved basis

2. Indre struktur:

- Kan I se rør indeni? Hvor?
- Hvad fortæller det os om, hvordan stoffer bevæger sig gennem organismen?

3. Fotosyntesezoner:

- Hvor tror I, at fotosyntesen foregår i hver organisme?
- Foregår den kun i bestemte dele eller overalt?

4. Overordnet kropsstruktur:

- Har den tydelige dele (rødder, stængler, blade)?
- Eller er den mere ensartet overalt?

5. Farveobservation:

- Hvilke farver observerer I i makroalgeprøverne?

Læreren går rundt og stiller vejledende spørgsmål:

- “Hvilke strukturer fra vores sidste lektion kan I genkende i havgræsset?”
- “Kan I se lignende strukturer i makroalgerne?”
- “Hvad er forskellen på, hvordan de fastgør sig?”

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Opbyg en stor sammenligningstabel på tavlen, mens du forklarer (eleverne laver deres egen version):

Egenskab	Havgræs	Makroalger
Organisme type	Blomstrende planter (angiospermer)	Simplere organismer (makroalger)
Struktur	Tydelige adskilte organer: rødder, rhizomer, skud, blade	Simpel krop - ingen egentlige organer
Forankring	Rhizomer	Hæfteorganer (holdfast) - forankrer kun til klipper/skaller
Hvor foregår fotosyntesen?	Kun i bladceller	Alle celler i hele kroppen
Optagelse af næringsstoffer og mineraler	Gennem rødder fra sedimentet og gennem blade fra havvandet	Direkte fra havvandet over hele overfladearealet
Intern Transport	Vaskulært system (næringsstoffer og sukkerstoffer fra fotosyntesen)	Intet internt transportsystem
Formering	Blomster, frugter, frø	Sporer (ingen blomster)

Detailed Explanation with Visuals (Fig. 1):

1. Hvad er makroalger?

- Flercellede autotrofe organismer (producerer deres egen føde)
- Kaldes også tang
- Meget enklere end havgræs

2. Central forskel 1 – forankring:

- **Havgræs:** jordstængler, der forankrer planten i havbunden
- **Makroalger:** enkle hæfteorganer, der blot griber fat i hårde overflader som sten eller skaller (som en sugekop)

3. Central forskel 2 – intern transport:

- **havgræs:** Har interne rør (ledningsvæv) inde i planten, som transporterer næringsstoffer og sukkerstoffer (produkter fra fotosyntesen)
- **Makroalger:** Ingen interne rør. Hver celle optager det, den har brug for, direkte fra havvandet

4. Central forskel 3 – hvor fotosyntesen foregår:

- **havgræs:** Kun særlige celler i bladene udfører fotosyntese
- **Makroalger:** Alle celler kan udføre fotosyntese

5. Central forskel 4 – formering:

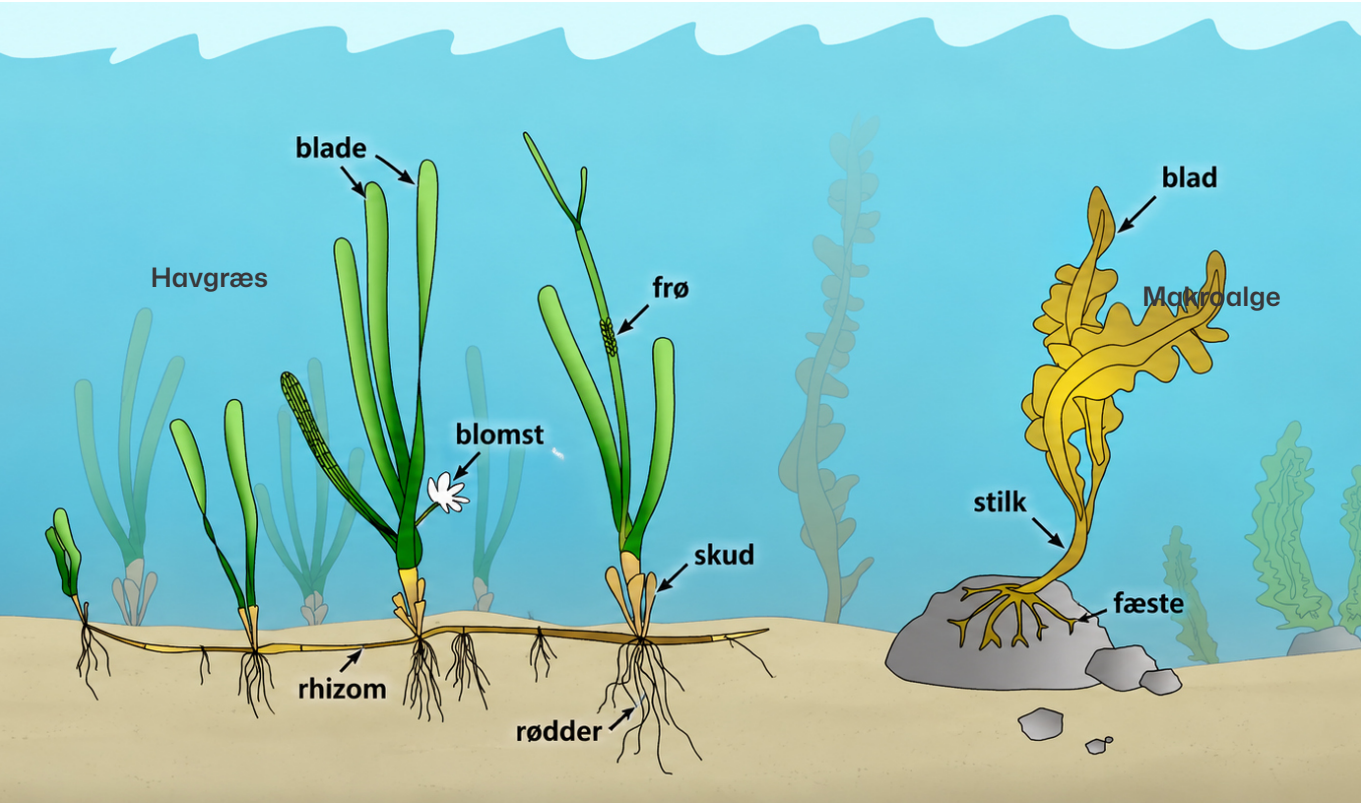
- **havgræs:** Blomster → frugter → frø (ligesom landplanter)
- **Makroalger:** Frigiver sporer i vandet (ligesom svampe)

6. Makroalgers mangfoldighed – tre grupper

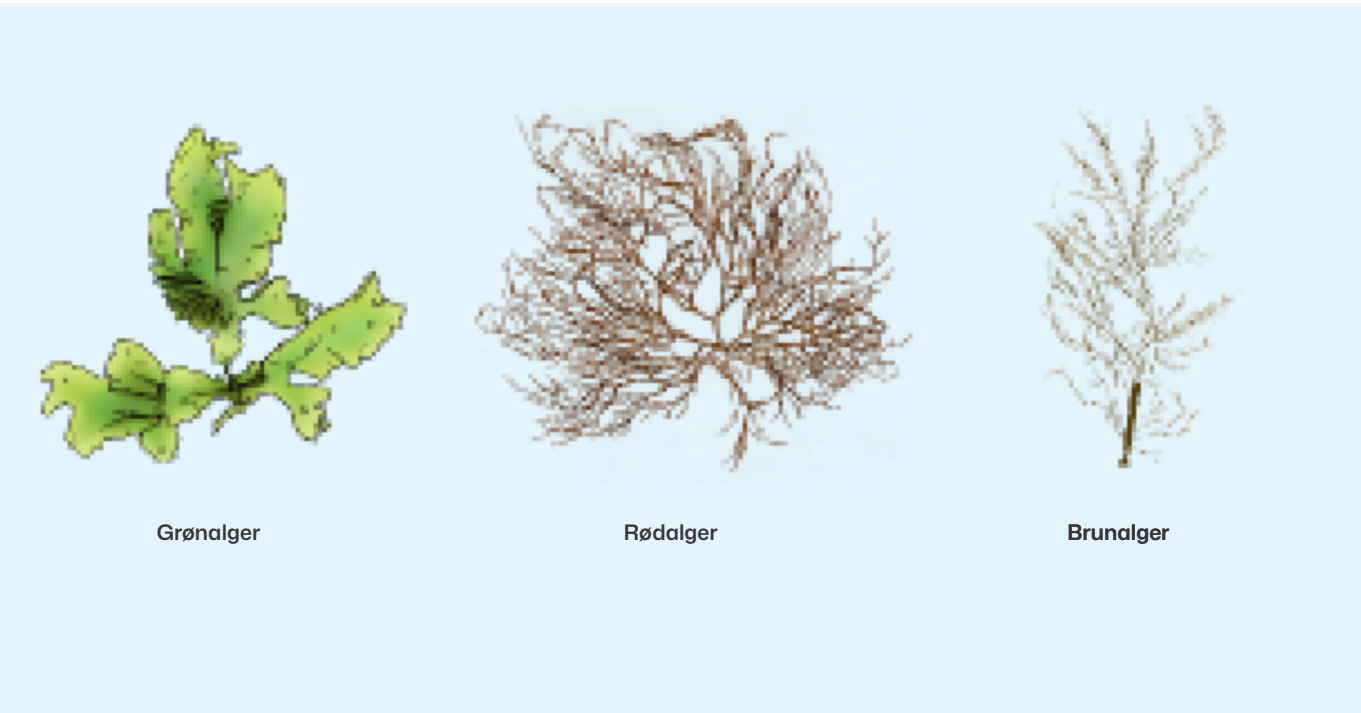
(Fig. 2):

- **Chlorophyta:** Grønne makroalger
- **Rhodophyta:** Røde makroalger
- **Phaeophyta:** Brune makroalger
- Vis repræsentative billeder af hver
- Farverne kommer fra forskellige pigmenter til fotosyntese

Besvar spørgsmål og afklar misforståelser.



Figur 1. Skematiske diagrammer af havgræs og makroalger (tilpasset fra Seagrass-Watch <https://www.seagrasswatch.org/>).



Figur 2. Skematiske diagrammer af grønne, røde og brune makroalger

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Identifikationsudfordring”

Del A: Billedsortering (5 minutter)

Vis 10 billeder på skærmen eller uddel printede kort til grupperne. Eleverne skal:

- 1. Klassificere hvert billede som “Havgræs” eller “Makroalger”
- 2. Skrive to tegn ned, som de brugte som bevis for hver identifikation

Eksempelbilleder kan vise:

- Havgræs med synlig jordstængel og rødder
- Brune makroalger med hæfteorgan
- havgræseng set ovenfra
- Røde makroalger på sten
- Grønne makroalger i nærbillede
- havgræs med båndformede blade

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: “Hurtig quiz – Exit Ticket”

Eleverne udfylder individuelt:

- 1. **Matchning:** Tegn streger mellem kendetegnene og den korrekte organisme

Hæfteorganer til forankring •

Har ledningskar indeni •

Former sig med sporer •

Ægte rødder og jordstængler •

Alle celler udfører fotosyntese •

Blomster og frugter •

• Havgræs

• Makroalger

- 2. **Virkelighedsscenario:** “I snorkler og finder en grøn organisme under vandet, som er fastgjort til en sten. Hvilke ting ville I undersøge for at afgøre, om det er havgræs eller makroalger?”

1

2

3

Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan opliste mindst 4 forskelle mellem havgræs og makroalger
- Jeg kan bruge beviser (det jeg observerer) til at identificere, om en organisme er havgræs eller makroalger
- Jeg kan anvende naturvidenskabeligt ordforråd korrekt (hæfteorganer, ledningsvæv, sporer osv.)

EVALUERINGS
STRATEGIER

Formativ evaluering (under lektionen)

- Svar i den indledende afstemning: Følg elevernes første gæt for at afdække tidligere misforståelser om havgræs vs. makroalger
- Observationer på undersøgelsesarket: Gennemgå gruppernes svar på undersøgelsesspørgsmålene for at kontrollere observationsnøjagtighed og brug af ordforråd
- Lærerens spørgsmål: Brug vejledende spørgsmål til uformelt at vurdere genkaldelse og sammenlignende ræsonnement i realtid
- Fælles udarbejdelse af sammenligningstabel: Observer elevernes bidrag for at kontrollere, om kendetegnene matches korrekt til hver organisme
- Identifikationsudfordring (billedsortering): Vurder klassifikation og tegn, der bruges som bevis, for at se om eleverne anvender kriterier frem for overfladisk udseende

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

- Hurtig quiz – Exit Ticket – matchningsopgave: Vurder den individuelle nøjagtighed i at forbinde kendetegn med den korrekte organisme
- Svar på virkelighedsscenario: Vurder de identifikationskriterier, eleverne foreslår, og kontrollér, om ræsonnementet er evidensbaseret frem for baseret på farve

Appendiks

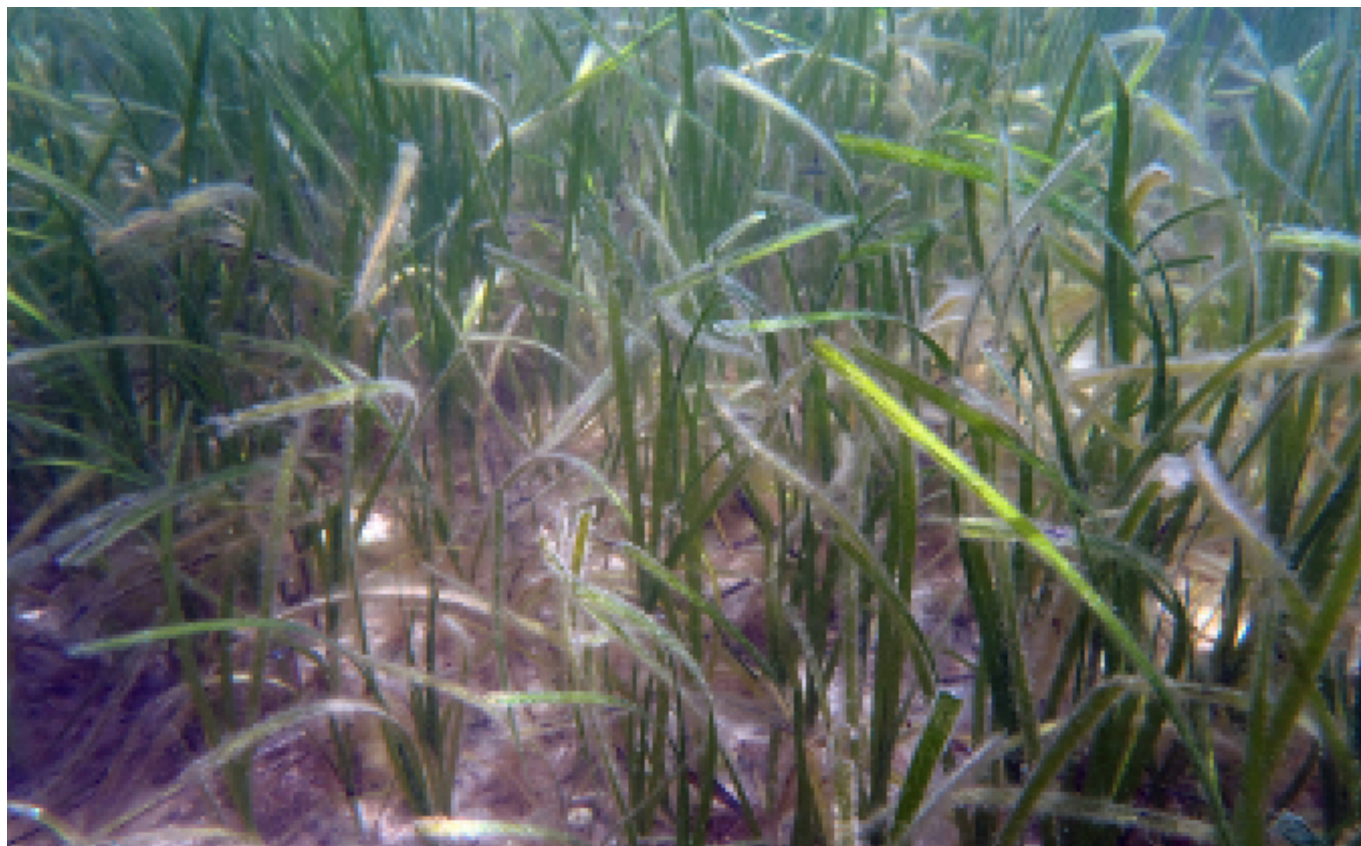
Billeder af havgræs og makroalger

Havgræs



Cymodocea nodosa (Mar Menor, Murcia, Spanien; foto kredit Isabel Rubio Perez/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=25038



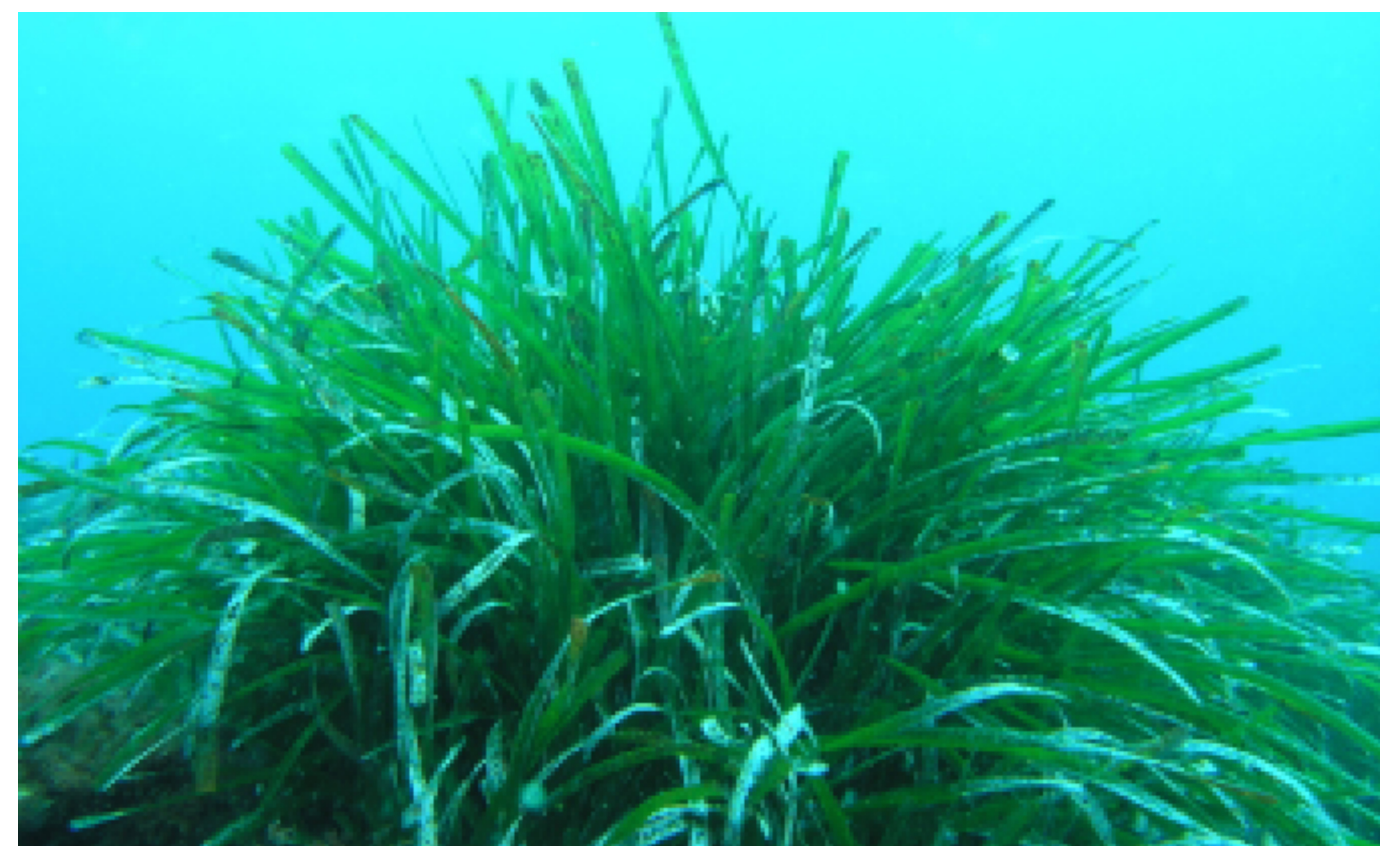
Zostera marina (Ria de Aldan, Galicien, Spanien; foto kredit Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22743



Zostera noltei der vokser i dne nedre tidevandszone, Ría de Arousa, Galicien, Spanien (foto kredit Ignacio Barbara/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22783

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22783



Posidonia oceanica (Portals Vells, Mallorca, Balearerne, Spanien; foto kredit Eduardo Infantes Ordas/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=11447

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=11447

Grønne makroalger

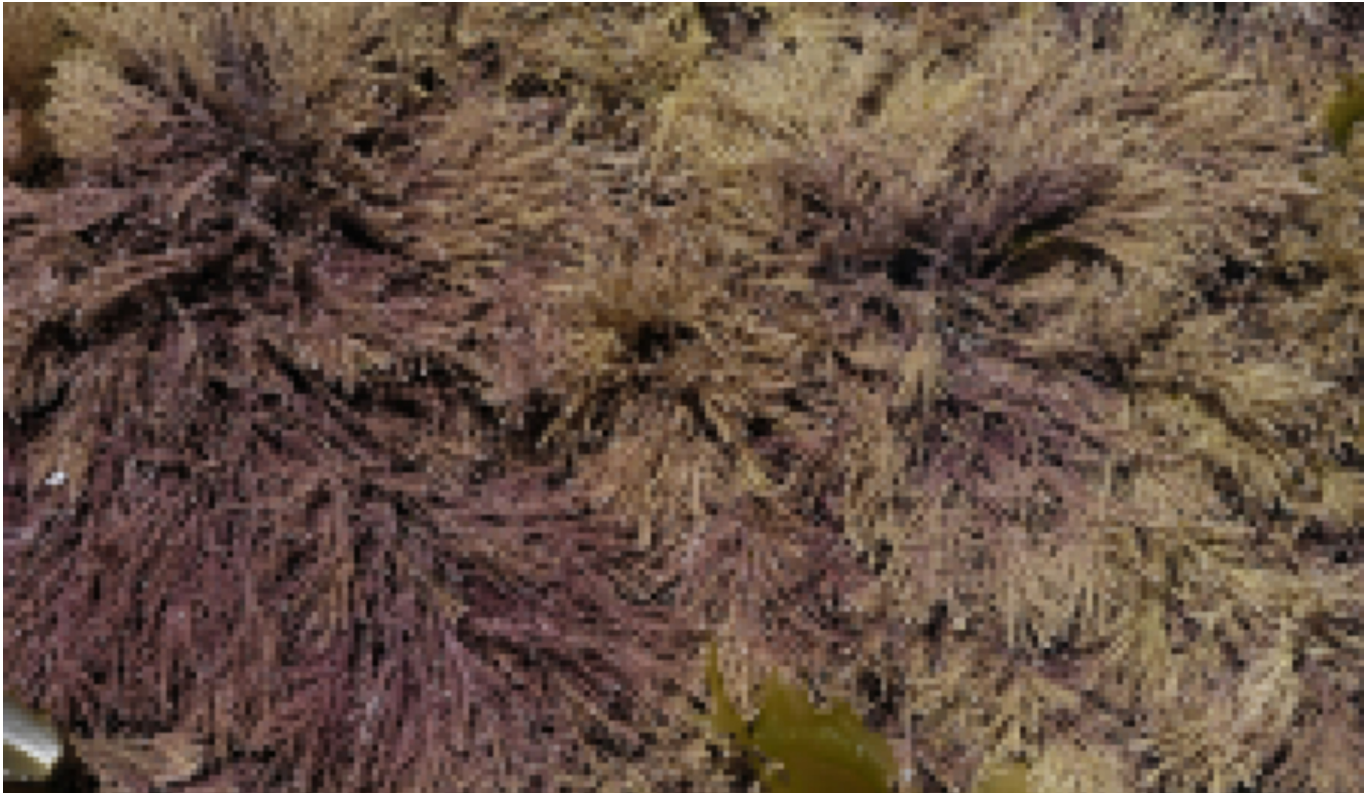


Ulva rigida (Black Hd., Co. Clare, Irland; foto kredit Michael Guiry)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=3904



Codium fragile (Ria de A Coruna, Galicien, Spanien; foto kredit Ignacio Bárbara/AlgaeBase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=12057

Rød makroalge

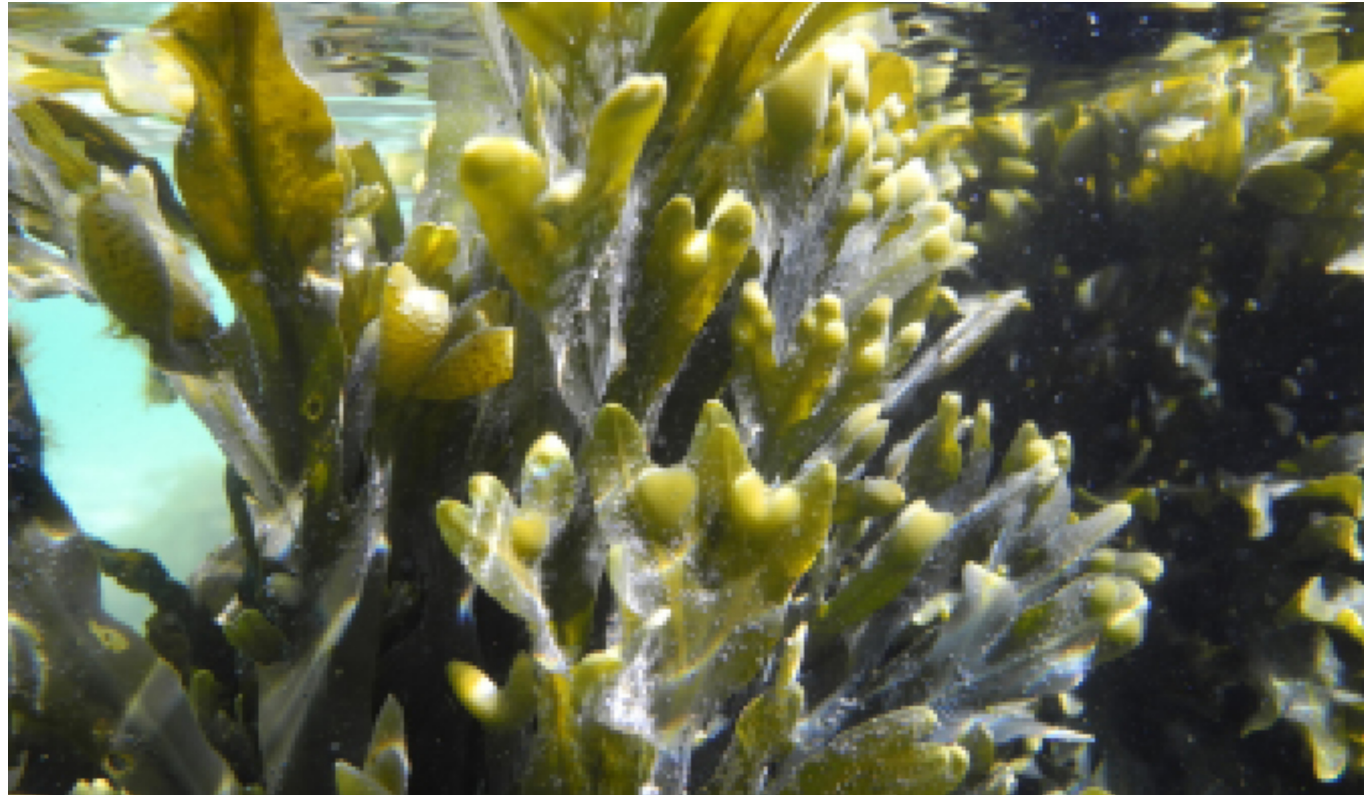


Corallina officinalis (Spanish Point, Co. Clare, Irland; foto kredit Michael Guiry/AlgaeBase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=7285



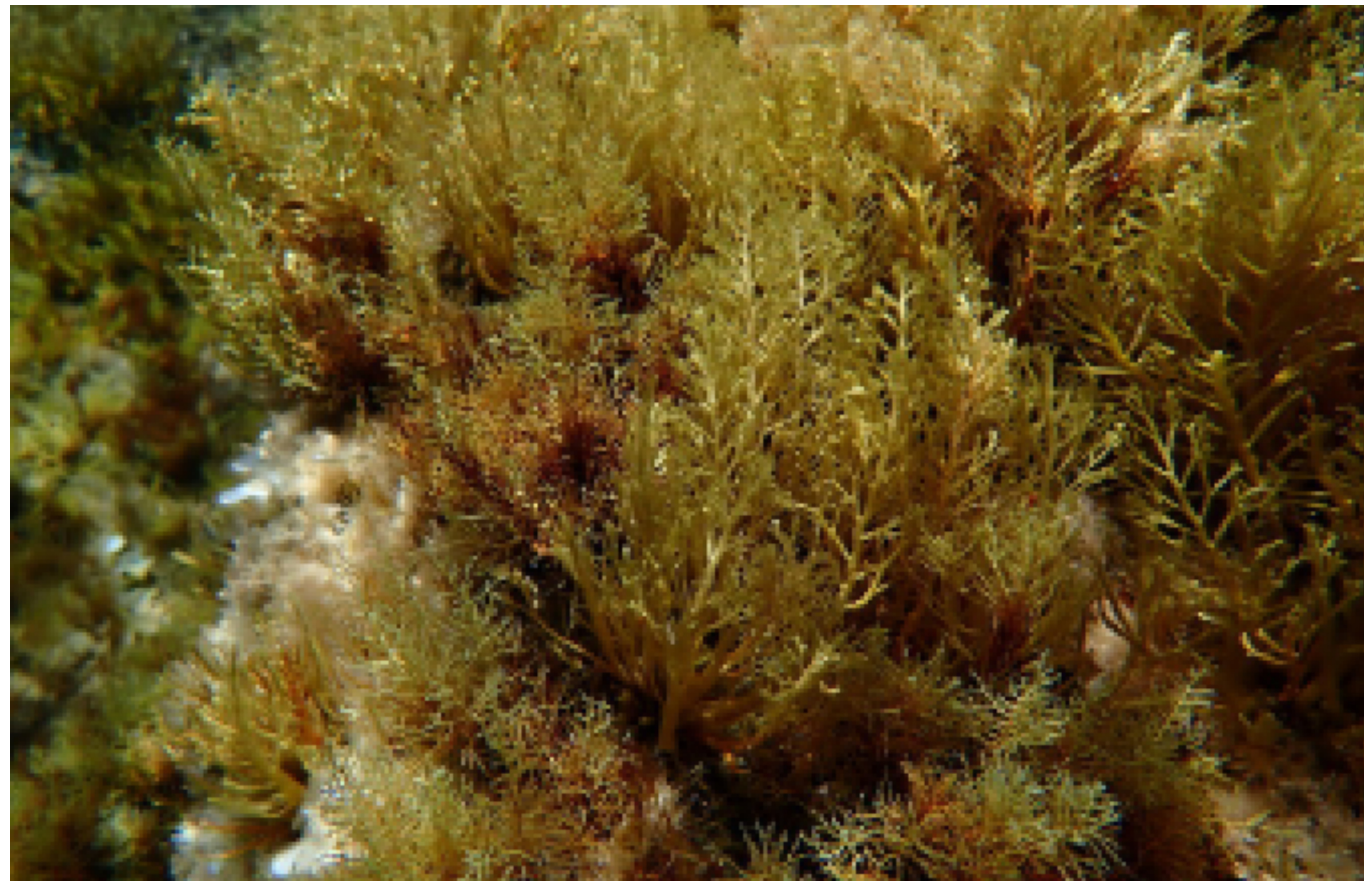
Gelidium corneum (det sydlige Portugal; foto kredit Ignacio Bárbara/AlgaeBase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=18513

Brune makroalger



Fucus vesiculosus (Silverstrand, Co. Galway, Irland; foto kredit M.D. Guiry/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=20906



Cystoseira compressa (Pantelleria, det sydlige Italien; foto kredit G. Marletta/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=35056

LEKTIONSPLAN 3. HAVGRÆSSETS TAKSONOMI & ARTSIDENTIFIKATION

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion introducerer eleverne til taksonomi – videnskaben om at beskrive, navngive og klassificere organismer – og guider dem gennem identifikation af seks centrale havgræsarter. Gennem praktiske observations- og sammenligningsaktiviteter fokuserer eleverne på seks repræsentative arter: *Halophila stipulacea*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei* (en mindre slægtning til *Zostera marina*) og *Ruppia maritima* (en brakvandsart). Ved at undersøge skitser og fotografier identificerer eleverne karakteristiske træk og lærer at genkende hver art.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Definere taksonomi som videnskaben om at beskrive, navngive og klassificere organismer
- Forklare, hvorfor forskere bruger taksonomi til at organisere levende organismer
- Identificere, at der findes cirka 70 havgræsarter på verdensplan
- Navngive seks centrale havgræsarter: Halophila stipulacea, Cymodocea nodosa, Posidonia oceanica, Zostera marina, Zostera noltei og Ruppia maritima
- Beskrive karakteristiske træk ved hver af de seks arter
- Anvende videnskabelige navngivningskonventioner korrekt (slægts- og artsnavne)

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Observere og sammenligne morfologiske træk ved forskellige havgræsarter
- Identificere karakteristiske egenskaber, der adskiller arter
- Organisere observationer systematisk ved hjælp af sammenligningsfigurer
- Samarbejde om at analysere visuelle beviser (skitser og fotografier)
- Begrunde artsidentifikation ved hjælp af observerbare beviser

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Værdsætte naturvidenskabelige metoder til at organisere og kommunikere om biodiversitet
- Udvide tålmodighed og opmærksomhed på detaljer under observationsaktiviteter

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Observere og registrere karakteristika ved havgræsarter
- Identificere centrale arter ved hjælp af morfologiske træk
- Anvende videnskabelig nomenklatur og ordforråd korrekt (taksonomi, slægt, art)
- Dokumentere ligheder og forskelle mellem arter
- Drage evidensbaserede konklusioner ud fra visuelle observationer

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forstå mangfoldigheden blandt havgræsarter

Digitale kompetencer:

- Anvende digitale billeder til naturvidenskabelig observation og artsidentifikation
- Navigere i artsdatabaser (hvis tilgængelige)

Sociale og civile kompetencer:

- Arbejde effektivt i teams med observations- og identifikationsaktiviteter
- Dele observationer og bidrage til gruppens forståelse
- Støtte læring mellem elever gennem samarbejdende artsidentifikation

NØDVENDIGE MATERIALER

Nødvendigt:

- Artsundersøgelsespakker (én pr. gruppe):
 - 3–4 fotografier pr. art af Halophila stipulacea, Cymodocea nodosa, Posidonia oceanica, Zostera marina, Zostera noltei og Ruppia maritima
- 1–2 detaljerede skitser pr. art
- Forstørrede detaljebilleder (bladspidser, jordstængler, bladskeder osv.)

Udvidet:

- Rigtige konserverede eksemplarer (hvis tilgængelige)
- Forstørrelsesglas til detaljeobservation
- Videoklip, der viser hver art i dens naturlige habitat (1–2 minutter i alt):

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Galleri med mystiske arter”

Vis 6 umærkede billeder af de seks fokusarter på tavlen/skærmen (se appendiks):

- *Halophila stipulacea*
- *Cymodocea nodosa*
- *Posidonia oceanica*
- *Zostera marina*
- *Zostera noltei*
- *Ruppia maritima*

Interaktivt spørgsmål:

- “Dette er alle havgræsarter, men de ser ret forskellige ud! Hvilke forskelle lægger I mærke til?”
- Eleverne deler observationer (størrelse, bladform, overordnet udseende)
- “Hvordan kan forskere verden over tale om disse forskellige typer og sikre sig, at de diskuterer den samme plante?”

Indledende spørgsmål: “Forestil jer, at I er havforskere i Grækenland og vil dele jeres fund om havgræs med en forsker i Portugal. Hvordan sikrer I jer, at I begge taler om præcis den samme art?”

Delt læringsintention: “Ved lektionens afslutning vil I kunne identificere seks centrale havgræsarter”.

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet 1: “Artsdetektivhold”

Del klassen i 6 grupper. Hver gruppe får en “Artsundersøgelsespakke” for én af de seks arter:

Undersøgelsespakkerne indeholder:

- 3–4 fotografier af arten fra forskellige vinkler
- en detaljeret skitse, der viser centrale træk (se appendiks)
- Tomt observationsark

Observationsarket beder hver gruppe registrere:

A. Bladkarakteristika:

- Form (oval? båndformet? remformet?)
- Størrelse (lille? mellem? stor?)
- Bredde (meget smal? mellem? bred?)
- Spidsens form (afrundet? spids? indskåret?)
- Placering (hvordan er bladene fastgjort?)

B. Jordstængel- og rodkarakteristika:

- Jordstænglens tykkelse (tynd? robust?)
- Kun vandrette jordstængler eller både vandrette og lodrette jordstængler
- Særlige kendetegn på jordstænglerne?
- Rodkarakteristika

C. Overordnet udseende:

- Ser den sart eller robust ud?
- Er der særlige strukturer (bladskeder, fibre osv.)?

D. Mest karakteristiske træk:

- Hvad er den ene ting, der får denne art til at skille sig ud?

Gruppearbejde:

- Grupperne undersøger deres billeder og skitser grundigt
- De diskuterer og registrerer observationer på arbejdsarket
- Læreren går rundt og stiller vejledende spørgsmål:
 - “Hvad er det første, I lægger mærke til ved bladene?”
 - “Hvordan ville I beskrive bladformen for en person, der ikke kan se billedet?”
 - “Hvad gør denne art anderledes end de andre, I har set?”

Hurtig gallerirotation:

- Hver gruppe viser sin undersøgelsespakke og sit arbejdsark ved deres bord
- Grupperne roterer hurtigt for at se de andre tre arter
- Eleverne observerer forskellene

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Del A: Hvad er taksonomi, og hvorfor har vi brug for det?

- Forskere organiserer organismer i et hierarki for at skabe overblik over mangfoldigheden.
- **Taksonomi** = videnskaben om at identificere, navngive og klassificere levende organismer, dvs. organisere levende organismer fra meget store grupper til meget små grupper. Øverst deler organismer kun nogle få generelle ting. Jo længere ned vi går, desto flere ligheder deler de.
- For alle levende arter: **Domæne → Rige → Række → Klasse → Orden → Familie → Slægt → Art**

Hvorfor taksonomi er vigtig:

- Der findes omkring **70 havgræsarter** på verdensplan – vi har brug for organisering
- Forskere i forskellige lande taler forskellige sprog, men videnskabelige navne er universelle
- Bevaringsindsatser kræver præcis identifikation
- Forskning kræver, at man ved præcis, hvilken art der undersøges

Videnskabelig navngivningskonvention:

- Navne i to dele: **Slægt** (første bogstav med stort) + **art** (med små bogstaver)
- Skrives med kursiv: *Posidonia oceanica*
- *Posidonia* = slægt (som et familienavn)
- *oceanica* = art (som et fornavn)

Del B: De seks havgræsslægter og vores fokusarter

Opbyg en sammenligningstabel på tavlen, mens eleverne præsenterer:

Slægt	Fokusart	Karakteristiske træk
<i>Halophila</i>	<i>Halophila stipulacea</i>	Små blade i par, bladplader aflange-elliptiske, gennemsigtige bladskeder, sart udseende Krybende jordstængel med et kort opret sideskud og én uforgrenet rod ved hver knude. Hvert sideskud har 2 bladskeder ved basis og et par stilkede blade øverst. Topskud med 3 bladpar. Bladskederne er gennemsigtige og dækker de korte bladstilke. Bladplader aflange, elliptiske, op til 6 cm lange og 10 mm brede; rand fint savtakket; midtnerve og intramarginale sidenerver forbundet af tværnerver.
<i>Cymodocea</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>	Smalle remformede blade, lodrette jordstængler, lange hvide eller lyserøde internodier på de vandrette jordstængler Vandret jordstængel med en diameter på op til 4 mm, med sidegrene; ved hver knude 1 stærkt forgrenet rod og en kort opret stængel med 2–5 blade. Bladskeden er lineær og efterlader et lukket cirkulært ar på den oprette stængel, når den falder af. Bladplader lineære, op til 30–40 cm lange og 2–4 mm brede, med 7–9 længdegående nerver*; spids afrundet, undertiden let indskåret. *Nerverne observeres på bladpladens overflade med et forstørrelsesglas eller stereoskop og på et tværsnit under et mikroskop.
<i>Posidonia</i>	<i>Posidonia oceanica</i>	Robuste, brede remformede blade, brune fibrøse rester på jordstænglerne (som en pensel!) Lodrette jordstængler fastgjort til forgrenede vandrette jordstængler. Jordstængeldiameter 5–10 mm. Rødder 3–4 mm tykke, op til 40 cm lange og stærkt forgrenede. Bladbundter bestående af 5 til 10 blade fastgjort til en lodret jordstængel. Remformede blade 5–12 mm brede og 40–50 cm lange, op til 1 m, med 13–17 længdegående nerver; spids stump til indskåret. Det mest robuste havgræs i Middelhavet. Talrige brune fibrøse rester af gamle bladskeder dækker jordstænglerne som en pensel.

Slægt	Fokusart	Karakteristiske træk
<i>Zostera</i>	<i>Zostera marina</i>	Lange båndformede blade, kun vandrette jordstængler, lukkede bladskeder Kun vandrette jordstængler med 1–3 cm lange internodier. Bladplader 30–60 cm lange, 3–12 mm brede; 5–11 længdegående nerver; bladspids afrundet til let spids. Bladskeden er lukket.
Zostera	Zostera noltei	Meget mindre end Zostera marina, båndformede men meget smalle blade, kun vandrette jordstængler Kun vandrette jordstængler. Bladplader op til 30 cm lange og 0,5–1,5 mm brede, med 3 længdegående nerver; spidsen ofte asymmetrisk indskåret. Bladskeden er åben.
Ruppia	Ruppia maritima	Meget spinkelt udseende – ekstremt smalle blade Meget spinkle stængler, op til 40 cm lange, forgrenede. Blade 0,4–1,0 mm brede, 2–11,5 cm lange, med spidse spidser. Bladene sidder i membranøse bladskeder. Spinkle vandrette jordstængler (bredde 0,8–1,0 mm) med fine rødder.

Detaljeret præsentation af hver art fra hver gruppe støttet af læreren (brug billeder/skitser):

1. Halophila stipulacea

- **Mest karakteristiske træk:** Små blade i par, bladplader aflange-elliptiske (ikke remformede)
- Lille, sart udseende
- Gennemsigtige bladskeder ved bladbasis
- Korte bladstilke
- Meget forskellig fra de øvrige fem arter

2. Cymodocea nodosa

- **Mest karakteristiske træk:** Lange, hvide eller lyserøde internodier på vandrette jordstængler + lodrette jordstængler (oprette stængler)
- Smalle, remformede blade (30–40 cm lange, 2–4 mm brede)
- Normalt 2–5 blade pr. skud
- Afrundede eller let indskårne bladspidser

3. Posidonia oceanica

- **Mest karakteristiske træk:** Brune fibrøse rester af gamle bladskeder, der dækker jordstænglerne (ligner en pensel)
- Brede remformede blade (5–12 mm brede)
- Kan blive meget lange (40–50 cm, nogle gange op til 1 m)
- 5–10 blade pr. bundt
- Meget robust havgræs

4. Zostera marina

- **Mest karakteristiske træk:** Lange båndformede blade med lukkede bladskeder, kun vandrette jordstængler
- Mellemstor til robust størrelse
- Blade 30–60 cm lange, 3–12 mm brede
- Afrundede til let spidse bladspidser
- 3–7 blade pr. skud

5. Zostera noltei

- **Mest karakteristiske træk:** Meget mindre end Zostera marina, båndformede men meget smalle blade (0,5–1,5 mm brede), kun vandrette jordstængler
- Kun 3 længdegående nerver (sammenlignet med 5–11 hos Zostera marina)
- Bladspidsen er ofte asymmetrisk indskåret
- Åben bladskede (modsat lukket hos Zostera marina)
- Findes ofte i tidevandsområder

6. Ruppia maritima

- **Mest karakteristiske træk:** Meget spinkelt udseende – ekstremt smalle blade (0,4–1,0 mm brede)
- Blade 2,0–11,5 cm lange med spidse, let takkede spidser

- Fine, spinkle jordstængler (0,8–1,0 mm brede)
- Findes i brakvandsmiljøer
- **Bemærk:** Forskere diskuterer, om Ruppia-arter bør klassificeres som “ægte” havgræs

Interaktiv kontrol ved hjælp af billeder:

- Vis billede: “Hvilken art har små blade i par med aflange-elliptiske bladplader?” (*Halophila stipulacea*)
- Vis billede: “Hvilken har de fibrøse ‘pensel’-jordstængler?” (*Posidonia oceanica*)
- Vis billede: “Hvilken har lange, hvide/lyserøde internodier på jordstænglen?” (*Cymodocea nodosa*)

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Artsidentifikationsudfordring”

Del A: Holdenes sammenligningstabel

Eleverne arbejder i deres oprindelige grupper på 3–4. Hver gruppe får en stor tom sammenligningstabel med alle seks arter.

Tabelskabelon

Kendetegn	<i>Halophila stipulacea</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>	<i>Posidonia oceanica</i>	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera noltei</i>	<i>Ruppia maritima</i>
Bladform						
Bledbredde						
Jordstængel kendetegn						
Mest karakteristiske træk						

Opgave:

- Grupperne arbejder sammen om at udfylde tabellen ud fra:
- Deres egen artsundersøgelse fra fase 2
- Information fra gruppernes forklaring
- Observationer fra gallerirotationen

Læreren går rundt og stiller sammenlignende spørgsmål:

- “Hvilken art har de bredeste blade?”
- “Hvilken art er mest sart?”
- “Hvad er ens mellem Cymodocea og Zostera? Hvad er forskelligt?”
- “Hvordan kan I med det samme skelne Halophila fra de øvrige fem?”

Del B: Quizspil om identifikation

Læreren viser 8–10 billeder fra algaebase.org (blanding af de seks arter, flere billeder pr. art). Billederne skal vise forskellige vinkler, vækststadier eller habitatkontekster.

Eleverne arbejder parvis med mini-whiteboards eller papir:

- Læreren viser hvert billede i 30 sekunder
- Parrene skriver, hvilken art de tror, det er
- Hurtig afsløring og pointgivning

Diskussion efter quizen:

- “Hvilken art var lettest at identificere? Hvorfor?”
- “Hvilke træk kiggede I efter først?”
- “Hvilke arter lignede hinanden mest?”

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket – “Tjek af artsidentifikation & taksonomi”

Eleverne udfylder individuelt:

Del 1: Artsidentifikation

[Giv 4 små billeder, ét af hver art]

Match hvert billede med det korrekte artsnavn:

Billede A: _____

Billede B: _____

Billede C: _____

Billede D: _____

Del 2: Videnskabelig navngivning

I navnet Cymodocea nodosa skal du sætte en cirkel om slægtsnavnet.

Del 3: Refleksion

Den letteste art for mig at identificere er _____ fordi:

EVALUERINGSSTRATEGIER

Formativ evaluering (under lektionen):

- Eleverne undersøger systematisk visuelt materiale
- Eleverne registrerer præcise observationer på arbejdsark
- Eleverne identificerer karakteristiske morfologiske træk
- Eleverne deltager i produktive diskussioner om sammenligning af arter
- Eleverne anvender beskrivende ordforråd korrekt
- Under forklaringen: “Hvilken art har blade i par?”
- Under udbygningen: “Hvordan kan I skelne disse to arter fra hinanden?”
- Bemærk spørgsmål, eleverne stiller om ukendte arter
- Vurder forståelsen af ligheder og forskelle
- Identificer almindelige fejl eller misforståelser
- Følg, hvilke arter eleverne identificerer korrekt/forkert
- Bemærk, hvilke billeder der skaber mest forvirring

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

1. Evalueringsaktivitet med Exit Ticket (beskrevet ovenfor)

2. Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan genkende alle seks arter fra fotografier
- Jeg kan nævne mindst ét karakteristisk træk ved hver art
- Jeg kan forklare, hvad der gør hver art forskellig fra de andre
- Jeg kan identificere slægten i et videnskabeligt navn

Appendiks

Ud over de fotos, der vises nedenfor, opfordres lærere og/eller elever til at søge i AlgaeBase (<https://www.algaebase.org/>) efter yderligere repræsentative fotos af hver art ved at indtaste det videnskabelige navn (slægt + art) i søgefeltet.



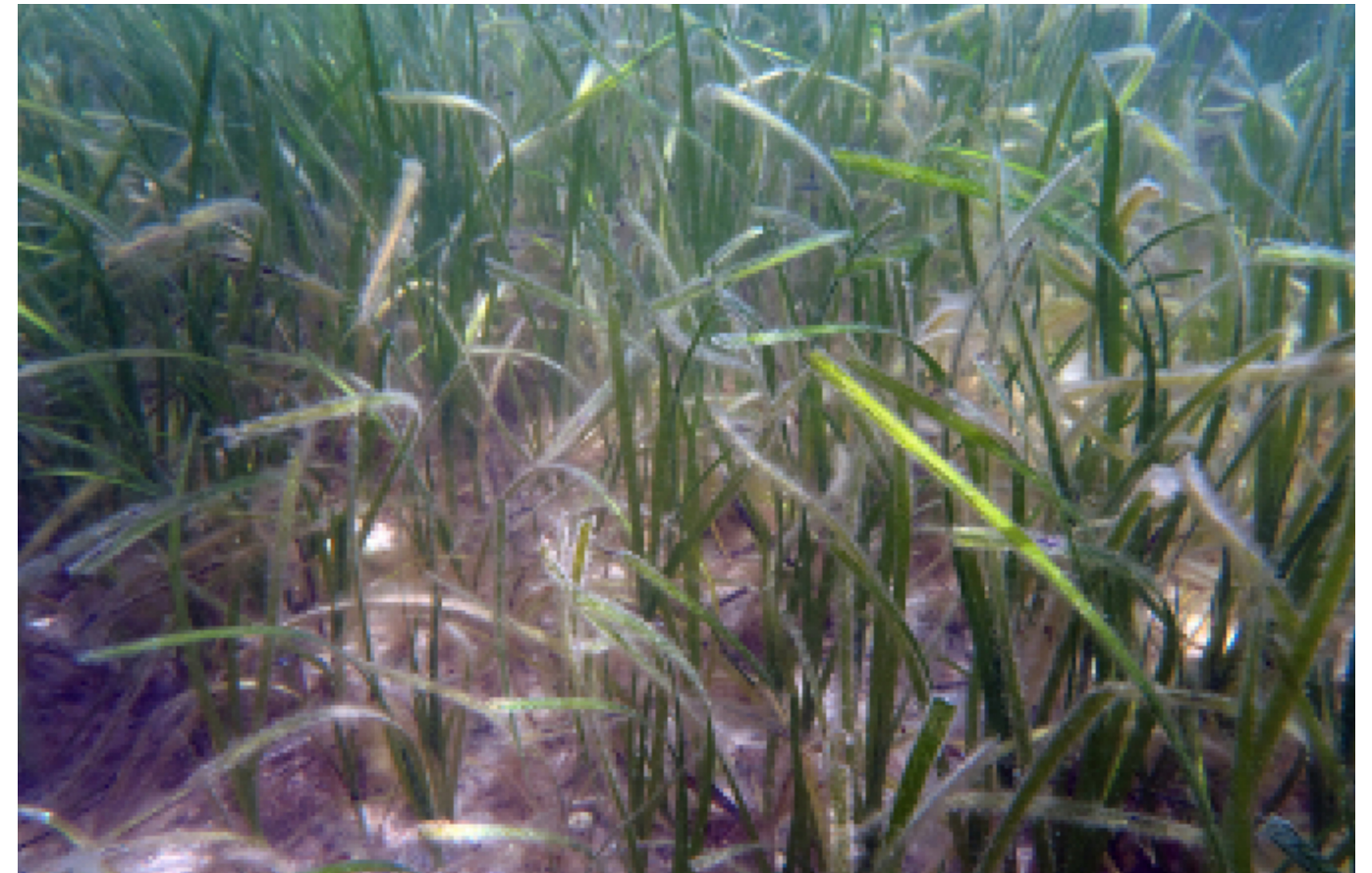
Figur 1. *Halophila stipulacea* (Tanzania; foto kredit Katrin Oesterlund/Algaebase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=12438



Figur 2. *Cymodocea nodosa* (Mar Menor, Murcia, Spanien; foto kredit Isabel Rubio Perez/Algaebase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=25038



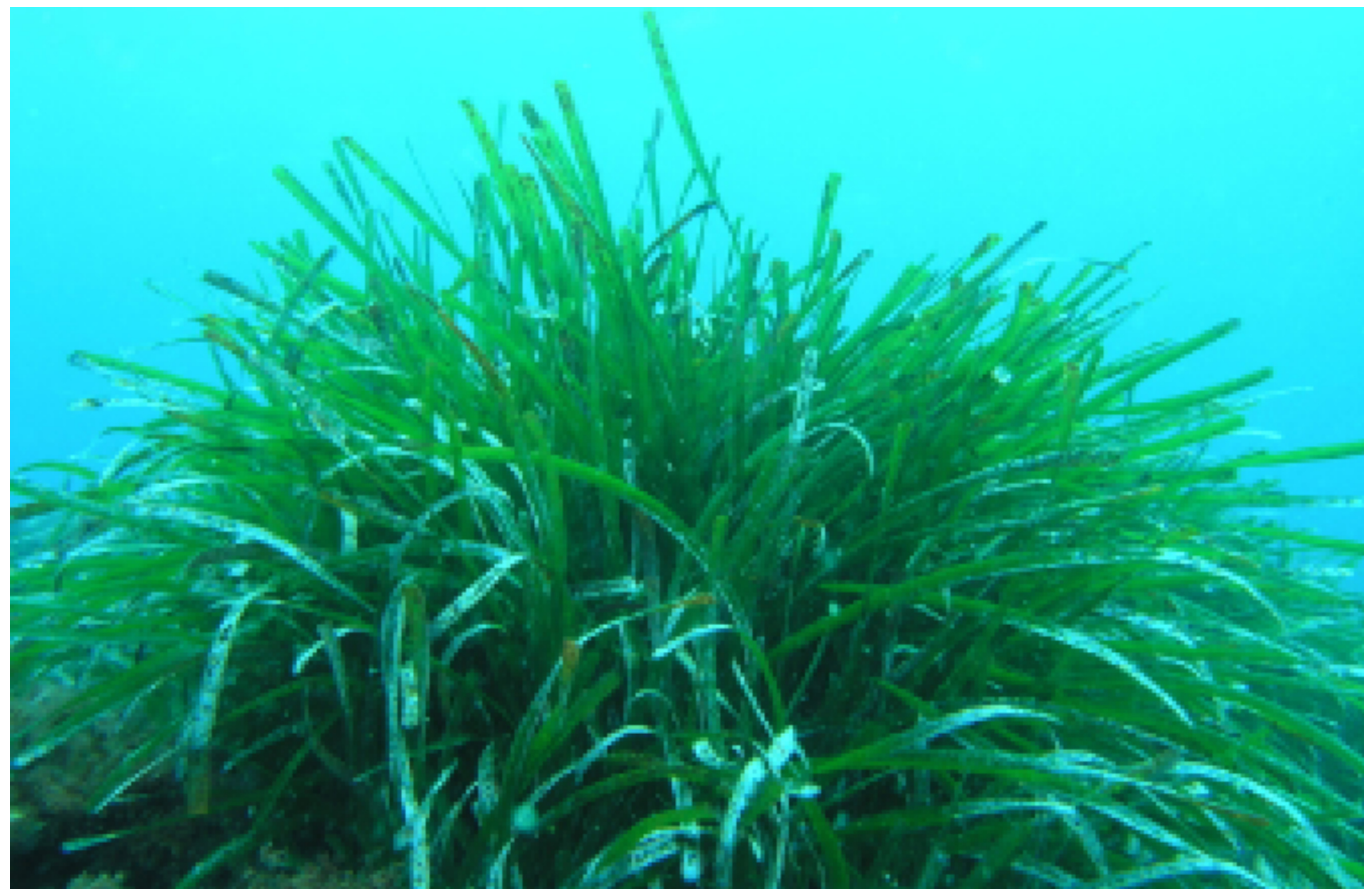
Figur 3. *Zostera marina* (Ria de Aldan, Galicien, Spanien; foto kredit Ignacio Bárbara/Algaebase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22743



Figur 4. *Zostera noltei* voksende i den nedre tidevandszone, Ria de Arousa, Galicien, Spanien (foto kredit Ignacio Barbara/Algaebase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22783

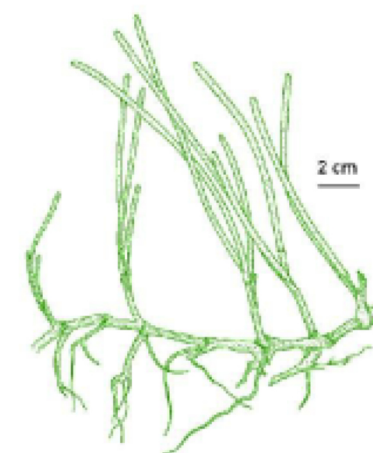


Figur 5. *Posidonia oceanica* (Portals Vells, Mallorca, Balearerne, Spanien; foto kredit Eduardo Infantes Ordas/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=11447



Figur 6. *Ruppia maritima* (Indian River Lagoon; foto kredit Diane Litter/Algaebase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=13956

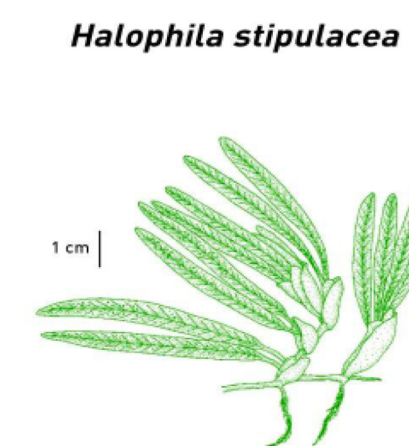
Repræsentativt foto og skitse af hver art



Figur 7

Cymodocea nodosa

(foto kredit Paraskevi Malea; Skematisk fremstilling fra Green E.P. og Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Udarbejdet af UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)



Figur 8

Halophila stipulacea

(foto kredit Paraskevi Malea; Skematisk fremstilling fra Green E.P. og Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Udarbejdet af UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)



Figur 9

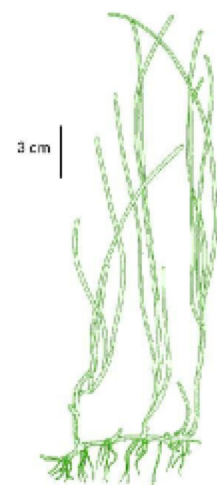
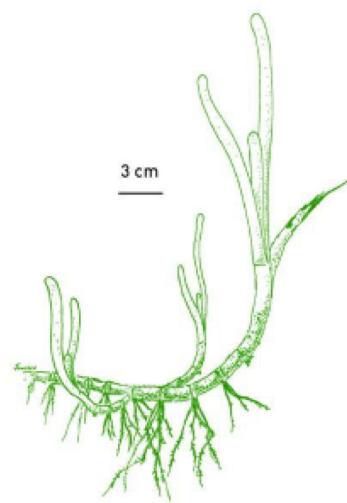
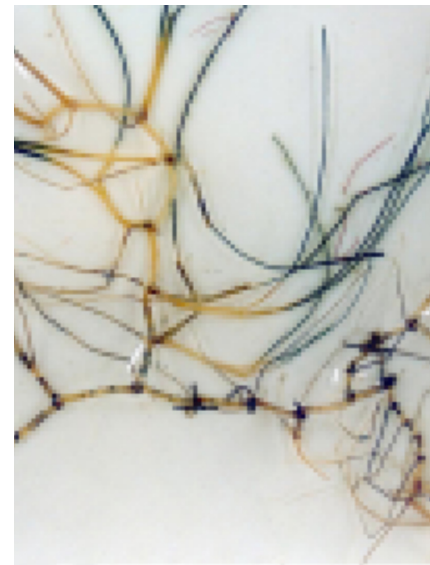
Posidonia oceanica

(foto kredit Paraskevi Malea; Skematisk fremstilling fra Green E.P. og Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Udarbejdet af UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)

LEKTIONSPLAN 4. HAVGRÆSSETS GLOBALE UDBREDELSE

LEKTIONS OVERSIGT

Denne lektion undersøger havgræssets globale udbredelse og introducerer eleverne til begrebet havgræsbioregioner-store geografiske områder med karakteristiske artsfællesskaber af havgræs. Med udgangspunkt i deres taksonomiske viden fra lektion 3 opdager eleverne, at havgræs vokser på alle kontinenter undtagen Antarktis, og at omkring 160 lande har havgræsenge. Gennem kortbaserede aktiviteter og sammenlignende analyse undersøger eleverne de seks globale havgræsbioregioner (fire tempererede og to tropiske) og lærer, hvordan havgræssets artsdiversitet varierer på kloden. Lektionen afsluttes med et fokuseret blik på havgræsarter i europæiske kystfarvande, så globale mønstre kobles til lokal relevans.



Figur 10

Zostera marina

(foto kredit Michael Guiry/AlgaeBase;
Skematisk fremstilling fra Green E.P. og
Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses.
Udarbejdet af UNEP World Conservation
Monitoring Centre. University of California
Press, Berkeley, USA)

Figur 11

Zostera noltei

(foto kredit Ignacio Barbara/AlgaeBase;
Skematisk fremstilling fra Green E.P. og
Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses.
Udarbejdet af UNEP World Conservation
Monitoring Centre. University of California
Press, Berkeley, USA)

Figur 12

Ruppia maritima

(foto kredit Paraskevi Malea; Skematisk
fremstilling fra T. Kevrekidis et al., 2024.
Exploring the coastal lagoons, Hellenic
Foundation for Research and Innovation)

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne: Identificere, at havgræs forekommer i kystfarvande i mere end 160 lande verden over
- Genkende, at havgræs kun mangler ved Antarktis' kyster
- Definere en bioregion som et geografisk område med karakteristiske artsfællesskaber af havgræs
- Navngive de seks globale havgræsbioregioner: Tempereret Nordatlanten, Tropisk Atlanterhav, Middelhavet, Tempereret Nordlige Stillehav, Tropisk Indo-Stillehav og Tempererede Sydlige Oceaner
- Skelne mellem tempererede og tropiske bioregioner
- Identificere de tre centre med høj havgræsdiversitet (Sydøstasien, Japan/Korea og det sydvestlige Australien)*nodosa*, *Halophila stipulacea*)

- Navngive mindst 3–5 havgræsarter, der findes i europæiske kystfarvande (*Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*)
- Genkende, at Middelhavet er en bioregion med moderat diversitet domineret af *Posidonia oceanica*
- Genkende, at Tempereret Nordatlanten er en bioregion med lav diversitet domineret af *Zostera marina*

Færdighedsmål

- Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:
- Læse og fortolke globale udbredelseskort
- Lokalisere bioregioner på et verdenskort

Mål for holdninger og værdier

- Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:
- Udvikle bevidsthed om lokale havgræsarter og deres bioregionale kontekst
- Anerkende internationalt samarbejde som meget vigtigt for bevarelse af havgræs på tværs af bioregioner

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Identificere nøglearter inden for specifikke bioregioner
- Bruge geografisk terminologi korrekt (bioregion, udbredelse, tempereret, tropisk)
- Fortolke videnskabelige kort og visualiseringer af biodiversitet

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forstå biogeografiske mønstre

Digitale kompetencer:

- Bruge digitale kort

Sociale og civile kompetencer:

- Arbejde effektivt i grupper med geografiske analyseaktiviteter
- Dele resultater om forskellige havgræsbioregioner
- Forstå, at bevarelse af havgræs kræver internationalt samarbejde

NØDVENDIGE MATERIALER

Påkrævet:

- Stort verdenskort (trykt plakat eller digital projektion) til brug i hele klassen
- 6 informationskort om bioregioner (ét pr. gruppe) (information i SEAQUEST Curriculum for Teachers)
- Globalt kort over havgræssets biodiversitet (se bilag, fig. 1)
- Kort over havgræsbioregioner (se bilag, fig. 2)
- Tomt sammenligningsskema for bioregioner (ét pr. elevpar)
- Mini-verdenskort (ét pr. gruppe til farvelægningsaktivitet) (se bilag, fig. 3)
- Billeder eller illustrationer af de 5 havgræsarter, der forekommer i Europas kystfarvande

•

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Havgræs på verdensrejse”

Vis et tomt verdenskort på tavlen/skærmen med 6–8 kystlokaliteter markeret med spørgsmålstegn (fx Middelhavet, Caribien, Australien, Nordatlanten, Japan, Østafrika, Antarktis).

Interaktiv afstemning:

- “Jeg viser jer en kystlokalitet. Giv tommelfinger op, hvis I tror, der vokser havgræs dér, og tommelfinger ned, hvis I tror, der ikke gør.”
- Vis hver lokalitet én ad gangen
- Eleverne stemmer med tommelfingrene
- Hold regnskab: Hvor mange lokaliteter har havgræs?

Overraskende afsløring: “Havgræs vokser i mere end 160 lande verden over-på alle kontinenter undtagen ét! Kan nogen gætte, hvilket kontinent der ikke har havgræs?”

Svar: Antarktis

Indledende spørgsmål: “Nogle steder har 5 havgræsarter, mens andre har 24! Hvorfor tror I, at nogle regioner har større havgræsdiversitet end andre?”

Del læringsintentionen: “I dag tager vi på en global rejse for at opdage, hvor havgræs lever, hvorfor visse regioner har flere arter, og hvilke havgræsarter der vokser lige her i europæiske farvande.”

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet 1: “Udforsk bioregionkort”

Del klassen i 6 grupper. Hver gruppe får et informationskort om én bioregion samt et mini-verdenskort (fig. 3).

Hvert bioregionkort indeholder:

- Bioregionens navn og placering
- Antal arter
- Foto/illustration

De seks bioregioner (læreren uddeler disse):

Tempereret Nordatlanten (5 arter)

- Placering: Fra North Carolina, USA til Portugal

Tropisk Atlanterhav (10 arter)

- Placering: Caribien, Den Mexicanske Golf, Bermuda, Bahamas og begge tropiske Atlanterhavskyster

Middelhavet (9 arter)

- Placering: Middelhavet, Sortehavet, Det Kaspiske Hav og Aralsøen samt Nordvestafrika

Tempereret Nordlige Stillehav (15 arter)

- Placering: Fra Korea til Baja, Mexico

Tropisk Indo-Stillehav (24 arter)

- Placering: Østafrika, Sydasien, tropisk Australien til det østlige Stillehav

Tempererede Sydlige Oceaner (18 arter)

- Placering: New Zealand, tempereret Australien, Sydamerika og Sydafrika

Gruppeopgave:

1. Læs jeres bioregionkort sammen
2. Farvelæg/skraver jeres bioregion på mini-verdenskortet
3. Forbered jer på at dele tre nøglefakta med klassen:
 - Hvor ligger den?
 - Hvor mange arter har den?

Galleri-rundgang: Grupperne roterer hurtigt for at se de andre bioregioners kort

Aktivitet 2: “Hotspots for diversitet”

Læreren viser et globalt kort over havgræssets biodiversitet med farvegradienter (mørkere = flere arter).

Guidet observation:

- “Se på kortet. Hvor ser I de mørkeste farver (flest arter)?”
- “Hvilket mønster lægger I mærke til? Ligger områderne med høj diversitet tæt på hinanden eller spredt?”

Nøglepunkter at fremhæve:

- Tre centre med høj diversitet: Sydøstasien (størst), Japan/Korea og det sydvestlige Australien
- Alle tre ligger på den østlige halvkugle
- Andre områder med betydelig diversitet: det sydlige Indien og Østafrika

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret interaktiv præsentation:

Del A: Globale udbredelsesmønstre

Brug et stort verdenskort eller digital projektion:

Global forekomst:

- Havgræs forekommer i mere end 160 lande
- Findes i alle kystfarvande undtagen ved Antarktis’ kyster
- Hvorfor ikke Antarktis? (ekstrem kulde, lav lystilgængelighed)
- *Zostera marina* krydser Polarcirklen i Europa og findes i det nordlige Stillehav

Tempererede vs. tropiske slægter:

- **7 tropiske slægter:** *Thalassia*, *Halophila*, *Syringodium*, *Halodule*, *Cymodocea*, *Thalassodendron*, *Enhalus*
- **5 tempererede slægter:** *Zostera*, *Phyllospadix*, *Heterozostera*, *Posidonia*, *Amphibolis*

Vigtig undtagelse: Disse kategorier er ikke faste.

- En *Cymodocea*-art (tropisk slægt), specifikt *Cymodocea nodosa*, trives i det tempererede Middelhav
- *Zostera*-arter (tempereret slægt) findes også ved tropiske kyster

Del B: De seks globale havgræsbioregioner

Hvad er en bioregion?

- En bioregion er et stort geografisk område med karakteristiske artsfællesskaber af havgræs
- Artsfællesskab: grupper af forskellige arter, der sameksisterer samme sted på samme tid

Fire tempererede bioregioner:

Fire tempererede bioregioner (den relevante elevgruppe støtter læreren):

1. **Tempereret Nordatlanten** (lavest diversitet, 5 arter)
2. **Tempereret Nordlige Stillehav** (høj diversitet, 15 arter)
3. **Middelhavet** (moderat diversitet, 9 arter, tempereret/tropisk blanding)
4. **Tempererede Sydlige Oceaner** (lav til høj diversitet, 18 arter)

To tropiske bioregioner (den relevante elevgruppe støtter læreren):

1. **Tropisk Atlanterhav** (høj diversitet, 10 arter)
2. **Tropisk Indo-Stillehav** (højest diversitet, 24 arter - største bioregion)

Ved afslutningen af opgaven præsenterer læreren fig. 2, hvor alle bioregioner er vist.

Del C: Fokus på Europas kystfarvande

Havgræsarter i Europa: Fem hovedarter i Europas kystfarvande

- ***Posidonia oceanica*** - Middelhavets superstjerne
- ***Zostera marina*** - Udbredt langs nordlige kyster/breddegrader

- ***Zostera noltei*** - Mindre
- ***Cymodocea nodosa*** - Middelhavet og Atlanterhavskysten ved Portugal/Afrika
- ***Halophila stipulacea*** - Oprindeligt fra Det Indiske Ocean og Rødehavet, introduceret til Middelhavet via Suezkanalen

Plus: *Ruppia maritima* (brakvandsart; der er debat om, hvorvidt den er et “ægte” havgræs)

Karakteristika for Middelhavsbioregionen:

- **Geografisk udbredelse:** Middelhavet, Sortehavet, Det Kaspiske Hav og Aralsøen, Nordvestafrika
- **Artsdiversitet:** Moderat havgræsdiversitet, blanding af tempererede/tropiske arter (9 arter)
- **Dominerende art:** *Posidonia oceanica* (endemisk for Middelhavet-findes kun her)

Karakteristika for bioregionen Tempereret Nordatlanten:

Geografisk udbredelse: Fra North Carolina, USA til Portugal

Artsdiversitet: Lav diversitet af tempererede havgræsser (5 arter)

Dominerende art: *Zostera marina*

Interaktiv kontrol:

- “Hvilken bioregion har flest arter? (Tropisk Indo-Stillehav: 24)”
- “Hvilken har færrest? (Tempereret Nordatlanten: 5)”
- “Nævn én havgræsart, der forekommer i europæiske farvande” (flere svar accepteres)

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Sammenligning af bioregioner & match af europæiske arter”

Del A: Analyse af bioregionsdata

Eleverne arbejder parvis. Udlever et sammenligningsskema:

Bioregion	Antal arter	Tempereret eller tropisk?
Tempereret Nordatlanten	5	Tempereret
Tropisk Atlanterhav	10	Tropisk
Middelhavet	9	Blandet
Tempereret Nordlige Stillehav	15	Tempereret
Tropisk Indo-Stillehav	24	Tropisk
Tempereret Sydlige Oceaner	18	Tempereret

Analysespørgsmål (eleverne diskuterer og noterer svar):

1. Hvilken bioregion har den højeste diversitet?
 - Tropisk Indo-Stillehav (24)
2. Hvilket mønster lægger I mærke til mellem tempererede og tropiske bioregioner?
 - Begge kan have en høj diversitet, men det tropiske Indo-Stillehav har den højeste.

Del B: Havgræsartsdetektiv

Matchningsaktivitet:

Vis 5 korte beskrivelser eller billeder. Eleverne matcher dem med det korrekte navn på havgræsarten.

Ledetråde:

1. “Jeg er Middelhavets mester og har fibrøse rester på mine jordstængler som en pensel.”
 - Svar: *Posidonia oceanica*
2. “Jeg findes langs hele Nordeuropas kyster og kan endda overleve ved Polarcirklen. Mine blade er lange bånd.”
 - Svar: *Zostera marina*

3. “Jeg er den mindre slægtning til en anden *Zostera*-art.”
 - Svar: *Zostera noltei*
4. “Jeg tilhører en tropisk slægt, men har tilpasset mig Middelhavet. Jeg har lange hvide eller lyserøde vandrette jordstængler.”
 - Svar: *Cymodocea nodosa*
5. “Jeg er ny i Middelhavet! Jeg ankom sandsynligvis gennem Suezkanalen og har små, ovale blade arrangeret parvist.”
 - Svar: *Halophila stipulacea*

FASE 5: EVALUERING

Vurderingsaktivitet: Exit Ticket - “Tjek af havgræssets globale udbredelse”

Eleverne udfylder individuelt:

Del 1: Global udbredelse

1. Havgræs findes i omkring _____ lande verden over.

a) 50 b) 100 c) 160 d) 200
2. Det eneste kontinent uden havgræs er _____.
3. Sandt eller falsk: Alle tropiske bioregioner har flere arter end alle tempererede bioregioner.

Del 2: Bioregioner

4. Hvilken bioregion har den højeste havgræsdiversitet? a) Middelhavet b) Tropisk Atlanterhav c) Tropisk Indo-Stillehav d) Tempereret Nordatlanten
5. Hvilke arter dominerer den middelhavske bioregion? a) Zostera marina b) Posidonia oceanica c) Thalassia testudinum d) Halophila stipulacea
6. Nævn én havgræsart: _____

Del 3: Kortfærdighed

Udlever et lille verdenskort, og bed eleverne om at markere de 6 bioregioner.

Del 4: Refleksion

Én ting, der overraskede mig ved havgræssets globale udbredelse:_____

EVALUERINGS STRATEGIER

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationscheckliste under gruppearbejde:

- Eleverne lokaliserer deres bioregion korrekt på kort
- Eleverne identificerer nøglekarakteristika fra bioregionkortene
- Eleverne deltager i produktive geografiske diskussioner
- Eleverne deltager i observationer under galleri-rundgangen

2. Spørgsmål undervejs:

- Indledende aktivitet: “Hvilket kontinent har ikke havgræs? Hvorfor?”
- Under forklaringen: peg på bioregioner på kortet, som eleverne skal identificere

3. Gruppepræsentationer:

- Kvaliteten af de tre nøglefakta, der deles om den tildelte bioregion
- Nøjagtigheden af skravering/farvelægning på kortet

4. Overvågning af pararbejde:

- Lyt til analysediskussioner under sammenligningsaktiviteten
- Kontrollér begrundelser for mønstergenkendelse
- Vurdér nøjagtigheden af matchningsaktiviteten
- Notér misforståelser, der skal tages op med hele klassen

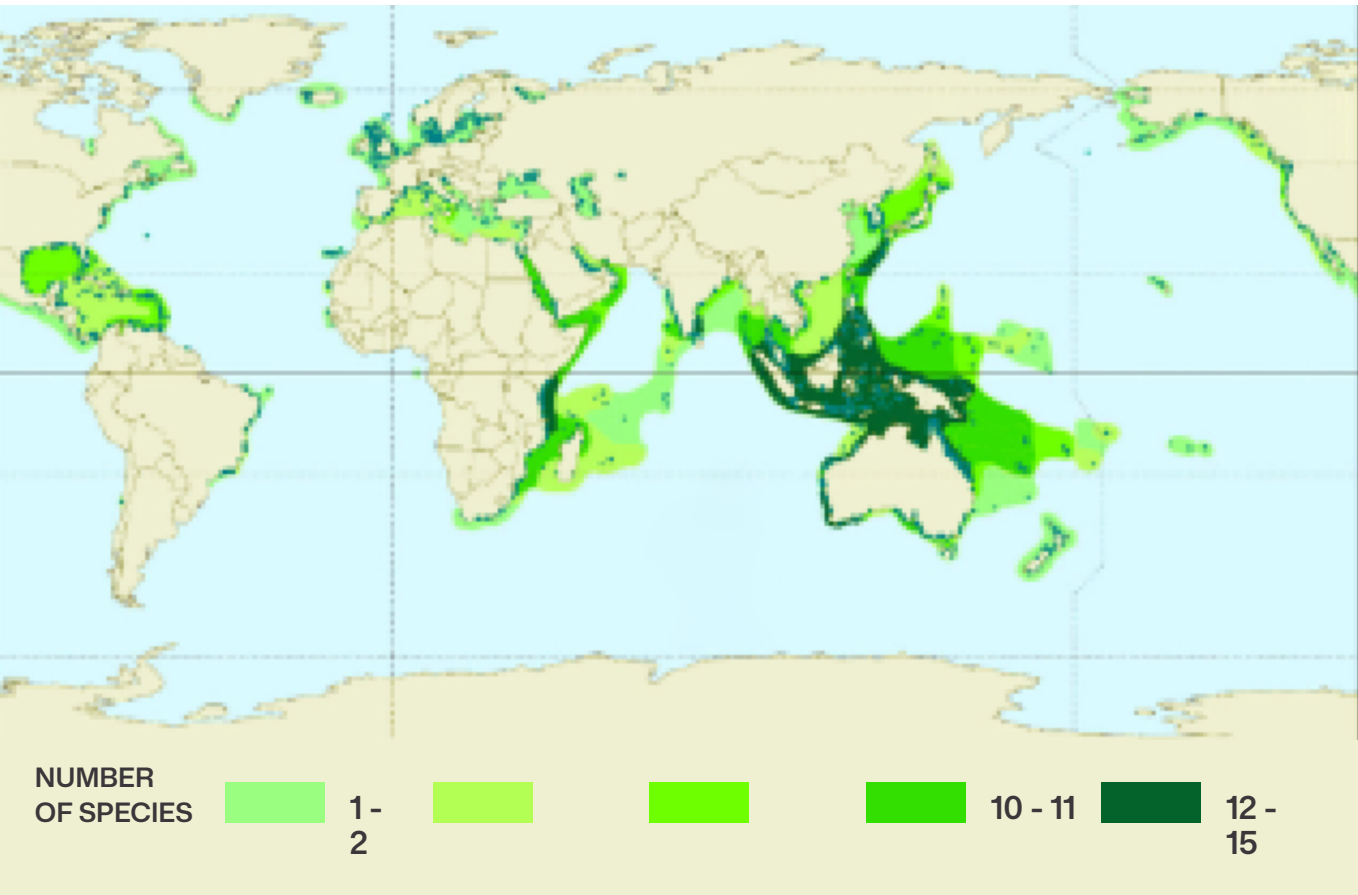
Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

1. Vurderingsrubrik til Exit Ticket:
2. Faktuel viden
3. Geografisk færdighed

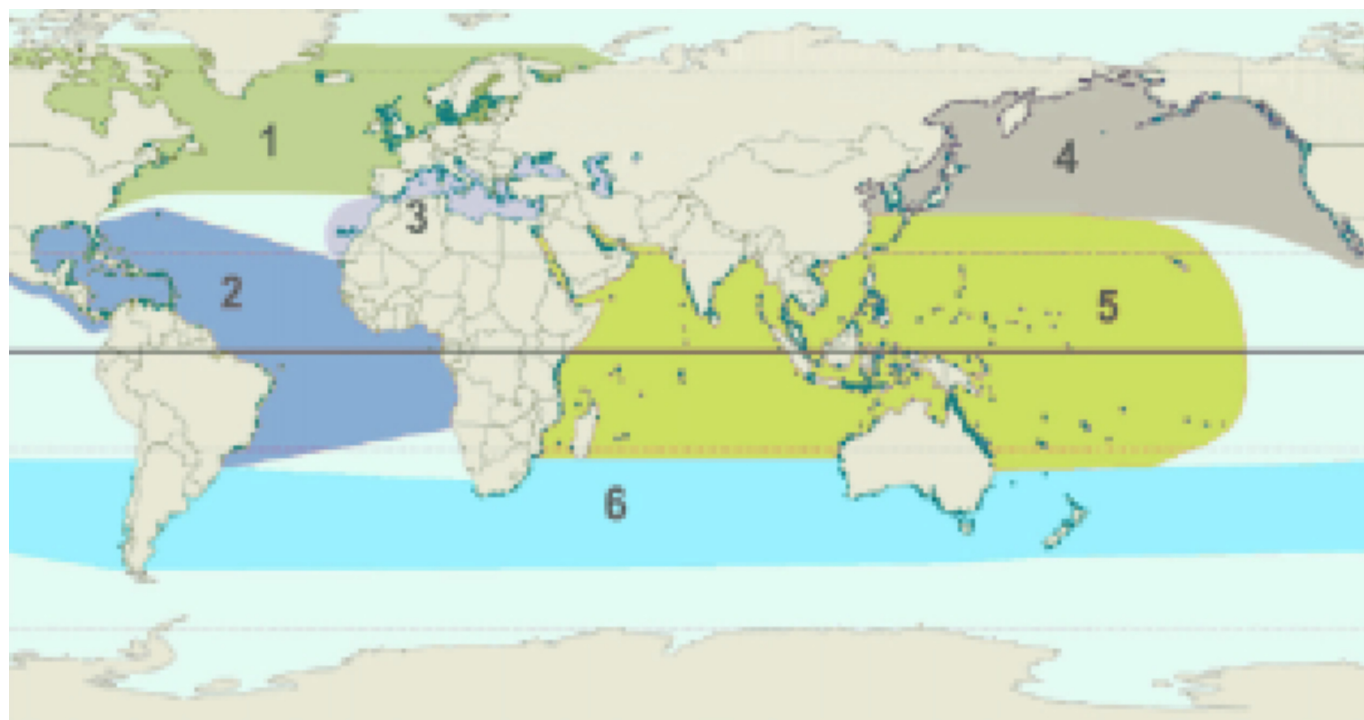
Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan navngive de seks globale havgræsbioregioner
- Jeg kan identificere, hvilken bioregion der har den højeste diversitet
- Jeg kan navngive mindst tre havgræsarter
- Jeg kan lokalisere de vigtigste bioregioner på et verdenskort

Appendiks



Figur 1. Global diversitet og udbredelse af havgræs. Grønne nuancer angiver antallet af arter rapporteret for et område; blå punkter og polygoner angiver dokumenterede forekomster af havgræs (Short et al. 2007, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 350: 3–20)



Figur 2. Global udbredelse af havgræs vist som blå punkter (data fra 2005 UNEP-WCMC) og geografiske bioregioner: 1. Tempereret Nordatlanten, 2. Tropisk Atlanterhav, 3. Middelhavet, 4. Tempereret Nordlige Stillehav, 5. Tropisk Indo-Stillehav, 6. Tempererede Sydlige Oceaner (tilpasset fra Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., Waycott, M., 2007. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 350, 3–20)



Figur 3. Mini-verdenskort

B3.

TEMATISK MODUL 3: HAVGRÆS DANNER OMFATTENDE UNDERVANDSENGE

Theodora Boubonari

Democritus University of Thrace, Grækenland

Paraskevi Malea

Aristotle University of Thessaloniki, Grækenland

Theodoros Kevrekidis

Democritus University of Thrace, Grækenland

LEKTIONSPLAN 1. HAVGRÆSSETS HABITATKRAV - MILJØFAKTORER

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONS OVERSIGT

Denne lektion introducerer eleverne til de miljøfaktorer, der bestemmer, hvor havgræs kan vokse og trives. Eleverne undersøger de kritiske fysiske parametre (fx lys, saltholdighed, temperatur, dybde, substrat, bølger og strømme) og naturlige fænomener (fx tidevandseksposering og næringsstoffer), der regulerer havgræssets udbredelse i havmiljøet. Gennem interaktive aktiviteter og undersøgelser lærer eleverne, at havgræs kræver bestemte forhold: et marint miljø, tilstrækkelig nedsænkning i havvand, tilstrækkeligt lys og et egnet substrat. Eleverne lærer centrale begreber, herunder saltholdighedsgradienter (ferskvand, brakvand, havvand, hyperhalint vand), tidevandszonen, substrattyper og vandets klarhed, og kobler miljøforhold til tilstedeværelse eller fravær af havgræs.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:
- Identificere de fire grundlæggende krav til havgræssets vækst: marint miljø, tilstrækkelig nedsænkning, tilstrækkeligt lys og egnet substrat
- Forklare, hvad saltholdighed er, og forstå en central klassifikation af vand efter saltholdighed: ferskvand (<0,5), brakvand (0,5–30), havvand (~35), hyperhalint vand (>40)
- Forstå, at flere havgræsarter tåler brede saltholdighedsintervaller, men stresses ved ekstreme værdier
- Definere tidevandszonen som kystområdet mellem høj- og lavvandets yderpunkter
- Genkende, at nogle havgræsarter (fx *Zostera noltei*, *Phyllospadix*-arter, *Halophila*-arter) ofte forekommer i tidevandszonen
- Forklare, at lys hurtigt aftager med dybden, og at havgræs kræver 10–20 % af overfladelyset for at overleve
- Forstå, at de fleste havgræsege forekommer på dybder under 20 meter, med en maksimal rapporteret dybde på 90 meter
- Skelne mellem blødt substrat (sand, mudder) og hårdt substrat (klipper, sten)
- Genkende, at de fleste havgræsser vokser på blødt substrat, mens nogle arter (fx *Phyllospadix*-arter) kan vokse på hårdt substrat

Færdighedsmål

Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:

- Fortolke diagrammer, der viser miljøgradienter (saltholdighed, lys, dybde)
- Bruge naturvidenskabelig terminologi korrekt ved beskrivelse af marine habitater

Mål for holdninger og værdier

Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:

- Genkende, at miljøforhold bestemmer, hvor havgræs kan leve
- Forstå, at menneskelige aktiviteter, der påvirker vandkvalitet og lysindtrængning, kan påvirke havgræssets overlevelse

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Bruge naturvidenskabelig terminologi korrekt (saltholdighed, substrat, tidevandszone, brakvand osv.)
- Analysere sammenhænge mellem miljøforhold og havgræssets udbredelse i havmiljøet

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forstå centrale miljøparametre, der påvirker havgræssets udbredelse og vækst i havmiljøet
- Identificere, hvordan variation i miljøet påvirker forekomsten af havgræs

Sociale og civile kompetencer:

Samarbejde under gruppeundersøgelser

NØDVENDIGE MATERIALER

Pr. gruppe (3–4 elever):

- Miljøscenariekort (se aktiviteterne nedenfor)
- Arbejdsark med saltholdighedsgradient
- Arbejdsark med diagram over lysindtrængning og dybde
- Billeder til identifikation af substrattyper
- Tuscher/farveblyanter
- Stort papir til plakater

Materialer til hele klassen:

- Stort verdenskort
- Billeder af forskellige kystmiljøer (flodmunding, kystlagune, havkyst, klippekyst, sandstrand, lavvandet kyst, dybt kystområde)
- Visuelle fremstillinger af saltholdighedsgradient (flod → flodmunding → hav)
- Diagram over dybde og lysindtrængning (0 m, 5 m, 10 m, 20 m, 50 m, 90 m, 200 m)
- Prøver eller billeder af forskellige substrattyper (sand, mudder, klippe)

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Hvorfor vokser havgræs ikke overalt?”

Indledende spørgsmål

Læreren viser billeder af fire forskellige kystlokaliteter:

1. Den øvre del af en flodmunding (grænsen mod land i en flodmunding) (saltholdighed <5)
2. En klippekyst (hårdt substrat, kraftig bølgepåvirkning)
3. En lavvandet sandbugt (beskyttet, klart vand)
4. Et dybt havområde (meget dybt, mørkt)

Spørgsmål: “Vi ved, at havgræs lever i havet. Men se på disse fire steder-alle er kyst- eller havmiljøer. Hvor ville I forvente at finde havgræsenge?”

Eleverne stemmer ved håndsoprækning for hver lokalitet.

Diskussion – læreren faciliterer:

- “Hvorfor valgte I sandbugten?”
- “Hvad kan forhindre havgræs i at vokse i den øvre del af flodmundingen?” (Ikke salt nok)
- “Hvad med klippekysten?” (Intet blødt substrat, for kraftige bølger)
- “Hvad med det dybe hav?” (For dybt, ikke nok lys)

Nøglepunkt: “Havgræs vokser ikke overalt i havet. Det kræver meget specifikke miljøforhold.”

Læringsintention

“I dag finder vi ud af præcis, hvilke miljøfaktorer havgræs har brug for for at overleve. Vi lærer om saltholdighed, lys, dybde, substrat og andre forhold, der bestemmer, hvor havgræsenge kan eksistere.”

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Undersøgellesstationer for miljøfaktorer”

Eleverne roterer mellem 4

undersøgellesstationer:

STATION 1: Saltholdighed - Hvor salt er vandet?

Materialer: Diagram med saltholdighedsgradient fra flod → flodmunding → hav

Diagrammet viser (fig. 1):

- Ferskvand (flod): Saltholdighed < 0,5
- Brakvand (flodmunding): Saltholdighed 0,5–30
- Havvand (åbent hav): Saltholdighed ~35
- Hyperhalint vand (kystlaguner isoleret fra havet): Saltholdighed > 40

Undersøgelsesspørgsmål:

1. Hvad er saltholdighed? (Den samlede mængde opløste salte i vand)
2. Hvor er saltholdigheden lavest? Højest?
3. Kan havgræs vokse i ferskvand? (Nej)
4. Kan havgræs vokse i brakvand? (Ja, flere arter tåler brakvandsforhold)

Nøglelæring: Flere havgræsarter kan tåle saltholdighed fra brakvand til hyperhaline forhold, men havvand (~35) er optimalt.

STATION 2: Lys & dybde - Hvor dybt kan havgræs vokse?

Undersøgelsesspørgsmål mens fig. 2 vises:

- 1. Hvad sker der med lyset, når man kommer dybere? (Det aftager hurtigt)
- 2. Hvad er den minimale lysmængde, havgræs behøver? (10–20 % af overfladelyset)
- 3. På hvilken dybde findes det meste havgræs? (Mindre end 20 meter)
- 4. Hvad er den største dybde, der nogensinde er registreret for havgræs? (90 meter, for en Halophila-art)
- 5. Hvorfor kan havgræs ikke vokse på meget dybt vand? (Ikke nok lys til fotosyntese)

Yderligere faktor: Vandets klarhed påvirker lysindtrængningen. I uklart vand trænger lyset mindre ned, så den maksimale dybde bliver mindre.

Nøglelæring: Lystilgængeligheden bestemmer havgræssets maksimale dybde.

STATION 3: Tidevandszonen - Kan havgræs overleve eksponering?

Materialer: Diagram over tidevandszonen med højvande, lavvande og eksponering

Diagrammet viser (fig. 3):

- Højvande: Havgræs er helt nedsænket
- Lavvande: Noget havgræs eksponeres for luft

Undersøgelsesspørgsmål:

- 1. Hvad er tidevandszonen? (Kystområdet mellem høj- og lavvandets yderpunkter)
- 2. Hvilke belastninger udsættes planterne for ved lavvande? (udtørring, solskoldning, UV-B-skader og frost)

- 3. Kan alle havgræsarter leve i tidevandszonen? (Nej, kun nogle arter)
- 4. Hvilke arter er almindelige i tidevands-zonen?
 - *Zostera noltei* (Vesteuropa, Nordvestafrika)
 - *Phyllospadix*-arter (klippekyster, det nordlige Stillehav)
 - Nogle *Halophila*-arter (mudderflader, Indo-Stillehav)

Nøglelæring: Nogle havgræsarter er tilpasset til at tåle periodisk eksponering; andre kræver permanent nedsænkning.

STATION 4: Substrat - Hvad vokser havgræs på?

Materialer: Billeder af forskellige substrattyper og havgræs, der vokser på dem

Billederne viser (fig. 4–5):

- Blødt substrat: sand, mudder (mest almindeligt for havgræs)
- Hårdt substrat: klipper, sten (kun visse arter som *Phyllospadix*)

Undersøgelsesspørgsmål:

- 5. Hvad er substrat? (Det materiale, der danner havbunden)
- 6. Hvilken type substrat foretrækker de fleste havgræsser? (Blødt: mudrede til sandede sedimenter)

- 7. Hvorfor foretrækker havgræs blødt substrat? (Rødder kan let trænge ned for forankring og optagelse af næringsstoffer)
- 8. Kan noget havgræs vokse på klippe? (Ja, fx *Phyllospadix*-arter, som forankrer sig til klippen med specialiserede rødder med tætte, klæbrige rodhår, der fungerer som lim)

Nøglelæring: Substrattypen bestemmer, om havgræs kan etablere sig og vokse.

FASE 3: FORKLARING
Lærerstyret interaktiv præsentation:

De fire grundlæggende krav

“Havgræs kræver fire ting for at vokse:”

Oversigtstabel på tavlen:

Krav/Parameter	Effect on Seagrass
Marint miljø/saltholdighed	Skal være marint eller brakvand; ekstreme saltholdighedsværdier giver stress
Marint miljø/nedsænkning i havvand	Havgræs stresses ved eksponering for luft
Tilstrækkeligt lys/dybde, vandets klarhed	Lystilgængeligheden bestemmer maksimal dybde
Egnet substrat	Skal være egnet til rodforankring; de fleste kræver blødt substrat

Flere andre faktorer er afgørende for havgræssets etablering og vækst, herunder **vandtemperatur**, som påvirker den fysiologiske aktivitet, **bølger og strømme**, som kan beskadige planter eller forhindre etablering, samt **næringsstoffer**, som kan begrænse havgræssets fotosyntetiske aktivitet.

Efter stationsrotationerne:

Grupperne vender tilbage til deres pladser og diskuterer kort:

- “Hvilken miljøfaktor mener I er vigtigst for havgræs?”
- “Kan havgræs overleve, hvis bare én faktor er forkert?”
-

Nøglebegreb: “**Kombinationer af disse parametre** bestemmer, om havgræs forekommer på et bestemt sted. Sammen kan de **tillade, fremme eller udelukke** havgræs fra et specifikt område.”

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Kan havgræs vokse her? Miljøscenarier”

Grupperne får scenariekort, der beskriver forskellige kystlokaliteter. For hvert scenarie skal grupperne beslutte:

- Kan havgræs vokse her? (Ja/Nej/Måske)
- Hvorfor eller hvorfor ikke? (Hvilke faktorer understøtter eller forhindrer vækst?)

SCENARIEKORT:

Scenarie 1: Midterste del af en flodmunding

- Placering: Hvor floden møder havet
- Saltholdighed: 5–18 (brakvand, variabel)
- Dybde: 1–5 meter (lavvandet)
- Substrat: Mudret sediment
- Vandets klarhed: Lav (noget sediment fra floden)
- Bølger: Beskyttet, roligt

Svar: MÅSKE-Mange havgræsser tåler brakvand; blødt substrat er egnet; beskyttede forhold er gunstige; lav vandklarhed giver dårlige lysforhold og forhindrer vækst hos nogle havgræsarter. Arter som Zostera eller Ruppia kan tåle dynamiske, mudrede forhold med lavt lys. Andre arter, som Posidonia oceanica, findes ikke på grund af stor tilførsel af ferskvand og fint sediment.

Scenarie 2: Dybt offshore-område

- Placering: Åbent hav
- Saltholdighed: 35 (normalt havvand)
- Dybde: >50 meter
- Substrat: Sandbund
- Vandets klarhed: Meget klar
- Bølger: Svage til moderate

Svar: MÅSKE: Havgræs lever generelt i lavvandede kystområder, typisk på dybder under 20 meter. Nogle arter kan under særlige forhold med høj vandklarhed overleve på dybder over 50 meter.

Scenarie 3: Klippebjerg

- Placering: Eksponeret klippekyst
- Saltholdighed: 35 (havvand)
- Dybde: Tidevandszonen
- Substrat: Fast klippe
- Vandets klarhed: Meget klar
- Bølger: Meget kraftige, eksponeret

Svar: MÅSKE-Hårdt substrat udelukker de fleste arter, men Phyllospadix-arter kan vokse her med specialiserede rødder. Meget kraftige bølger kan dog forhindrer etablering.

Scenarie 4: Lavvandet beskyttet bugt

- Placering: Rolig kystbugt
- Saltholdighed: 30–35 (næsten fuldt havvand)
- Dybde: 2–10 meter
- Substrat: Sandet sediment
- Vandets klarhed: Høj (klart vand)
- Bølger: Meget rolige, beskyttet

Svar: JA-Ideelle forhold! Egnet saltholdighed, lavt vand med godt lys, blødt substrat og roligt vand. Perfekt havgræshabitat.

Scenarie 5: Hypersalin kystlagune

- Placering: Lukket kystlagune
- Saltholdighed: 45 (hyperhalint, meget salt)
- Dybde: 1–2 meter (meget lavvandet)
- Substrat: Mudret sand
- Vandets klarhed: Moderat
- Bølger: Rolige

Svar: MÅSKE-Saltholdigheden er meget høj (45 > 40). Dybde, substrat og bølgeforhold er gunstige, men ekstrem saltholdighed er begrænsende. Nogle arter, fx Ruppia-arter, kan tåle hyperhaline forhold.

Scenarie 6: Ferskvandssø

- Placering: Sø (ingen forbindelse til havet)
- Saltholdighed: 0,2 (ferskvand)
- Dybde: 3 meter
- Substrat: Mudder
- Vandets klarhed: Klar
- Bølger: Rolige

Svar: NEJ-Havgræs kræver et marint miljø. Ferskvandets saltholdighed (<0,5) er for lav.

Gruppediskussion & præsentation:

Hver gruppe præsenterer 1–2 scenarier for klassen:

- Angiv deres beslutning (Ja/Nej/Måske)
- Forklar hvilke faktorer der understøtter eller forhindrer havgræssets vækst
- Klassen diskuterer, og læreren bekræfter/præciserer

Centrale undervisningspunkter:

- Ingen enkelt faktor bestemmer forekomsten-det er kombinationen

- Selv hvis de fleste faktorer er gunstige, kan én kritisk faktor (fx utilstrækkeligt lys, forkert saltholdighed) udelukke havgræs
- Forskellige arter har forskellige tolerancer-nogle er mere tilpasningsdygtige end andre under bestemte forhold

FASE 5: EVALUERING

Vurderingsaktivitet: Exit Ticket - “Havgræssets habitatkrav”

Eleverne udfylder individuelt:

Del 1: Grundlæggende krav

1. Angiv de fire grundlæggende krav for, at havgræs kan vokse:

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____

Del 2: Miljøbegreber

Match begrebet med den korrekte definition:

Begreb	Definition
Brak-vand	A. Kystområdet mellem høj- og lavvande
Tidevands-zone	B. Vand med saltholdighed 0,5-30
Blødt substrat	C. Sandet eller mudret sediment

Del 3: Lys & dybde

1. Havgræs behøver mindst _____ % af overfladelyset for at overleve.
2. De fleste havgræsenge findes på dybder under _____ meter.

Del 4: Anvendelse

4. Et kystområde har disse forhold:

- Saltholdighed: 32 (havvand)
- Dybde: 6 meter
- Substrat: Sandet
- Vandets klarhed: moderat (moderat uklart)
- Kan havgræs vokse her? _____ (Ja/Nej/Måske)

Forklar hvorfor:

**EVALUERINGS
STRATEGIER**

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Spørgsmål undervejs:

- “Hvorfor kan havgræs ikke vokse i ferskvand?”
- “Hvad sker der med lyset, når dybden øges?”
- “Hvilken substrattype er lettest for havgræsrodder at trænge ned i?”
- “Kan havgræs overleve, hvis det eksponeres for luft ved lavvande?”

2. Scenarieanalyse:

- Følg gruppediskussionerne under scenarieaktiviteten
- Vurdér kvaliteten af begrundelserne (bruges miljøfaktorerne korrekt?)
- Kontrollér for misforståelser om samspillet mellem faktorer

3. Klassediskussioner:

- Kvaliteten af forklaringerne under scenariepræsentationerne
- Brug af naturvidenskabelig terminologi
- Forståelse af kombinationer af faktorer

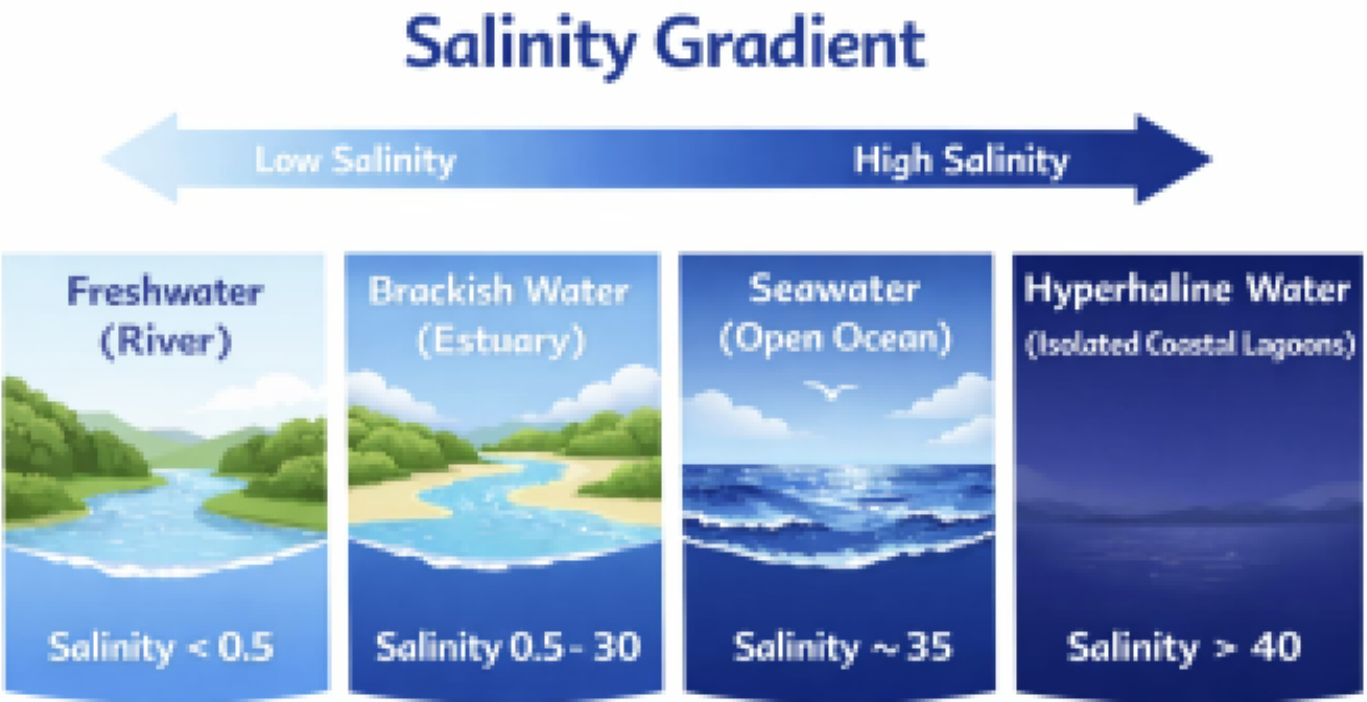
Summativ evaluering (ved lektionens afslutning): Vurderingsrubrik til Exit Ticket:

- Grundlæggende krav
- Miljøbegreber
- Lystilgængelighed & viden om dybde
- Anvendelse & begrundelse

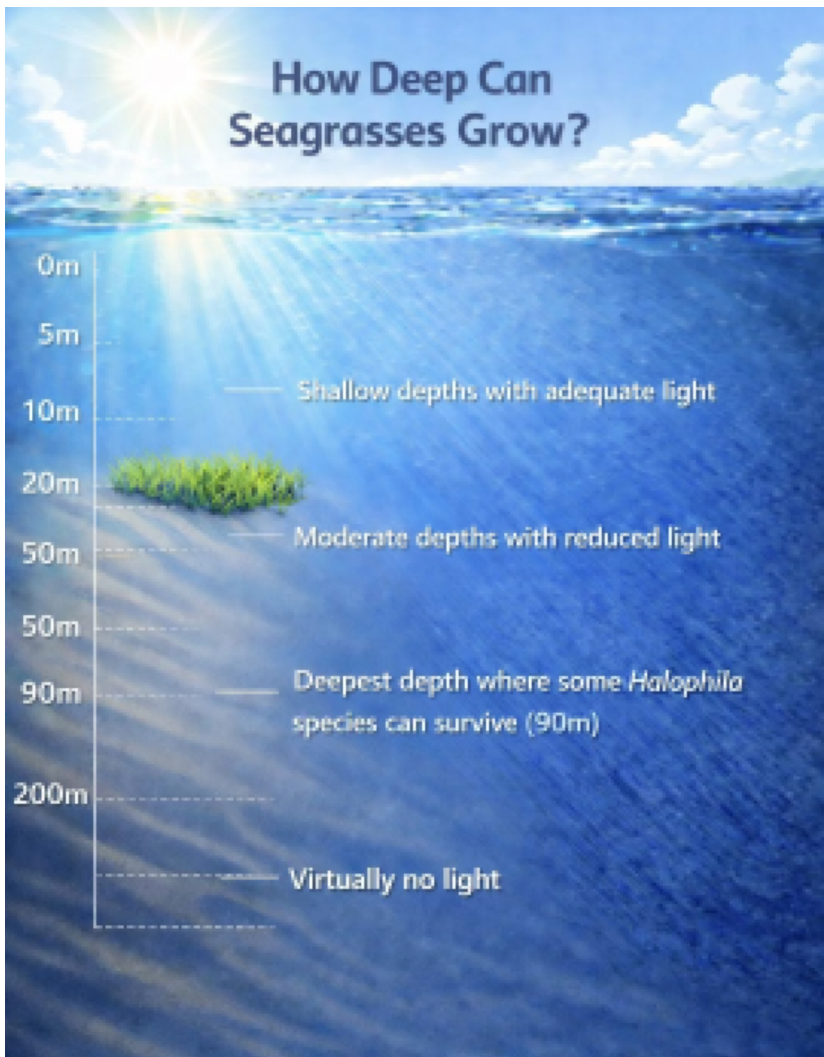
Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan navngive de fire grundlæggende krav for, at havgræs kan vokse
- Jeg kan forklare, hvad saltholdighed er, og identificere forskellige vandtyper (ferskvand, brakvand, havvand, hyperhalint vand)
- Jeg kan beskrive, hvordan lystilgængeligheden aftager med dybden
- Jeg kan forklare, hvad tidevandszonen er
- Jeg kan skelne mellem blødt og hårdt substrat
- Jeg kan forudsige, om havgræs kan vokse et sted ud fra miljøforholdene
- Jeg kan forklare, hvordan kombinationer af faktorer bestemmer forekomsten af havgræs

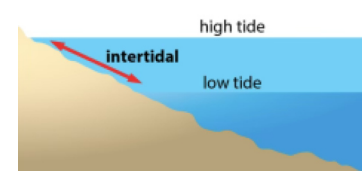
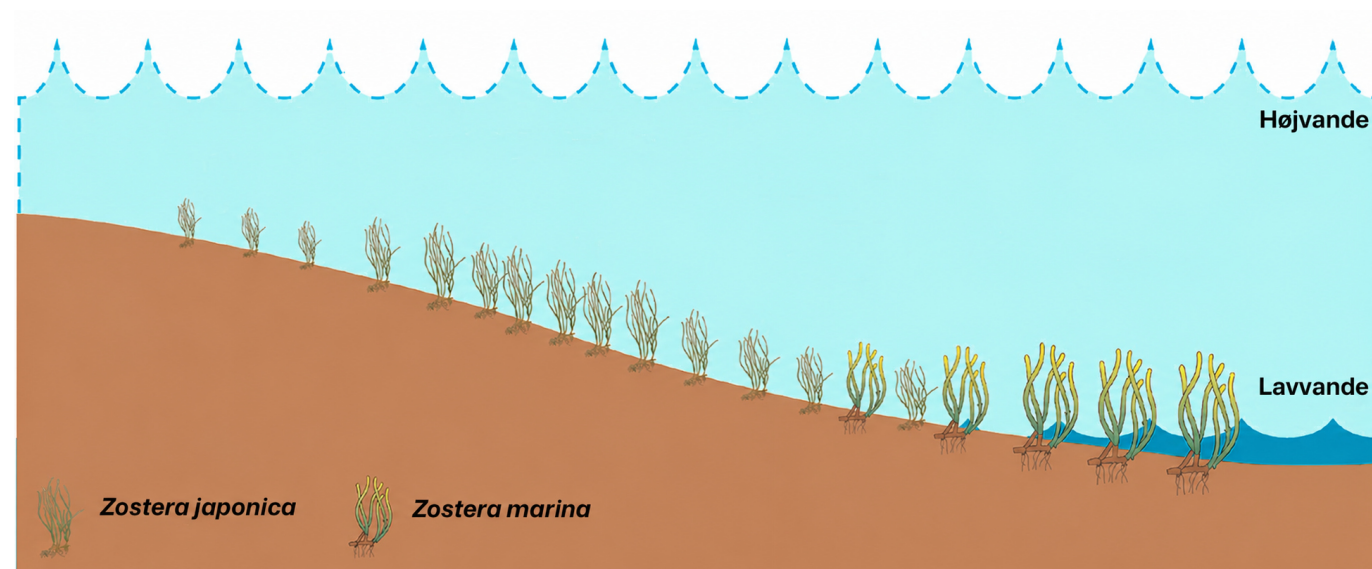
Appendiks



Figur 1. Klassifikation af saltholdigt vand



Figur 2. Havgræssets batymetriske udbredelse i tidevandszonen



Figur 3. Udbredelse af *Zostera*-arter i tidevandszonen (tilpasset fra Kim et al., 2016. Estuarine, Coastal and Shelf Science 175, s. 1-9)



Figur 4. Havgræs, der vokser over sandede sedimenter (foto: Lilly Palmer/Ocean Image Bank)



Figur 5. *Phyllospadix iwatensis* voksende på tidevandsplatforme, Sotogawa-cho, Choshi, Chiba-præfekturet, Japan (foto: Hideki Haga/AlgaeBase)

LEKTIONSPLAN 2. HAVGRÆSENGE

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONS- OVERSIGT

Denne lektion undersøger havgræsenge (også kaldet havgræsbed) som unikke marine økosystemer med global økologisk betydning. Med udgangspunkt i tidligere lektioner om miljøkrav og udbredelse undersøger eleverne havgræsenge som omfattende undervandsøkosystemer og ser på antallet af havgræsarter (monospecifikke vs. multispecifikke) og deres globale udbredelse. Eleverne lærer, at havgræs dækker cirka 10 % af kysthavet globalt (160.000–600.000 km²), hvilket kan sammenlignes med makroalger, mangrover og koralrev. Lektionen fremhæver forskellen mellem monospecifikke enge (dannet af kun én havgræsart, almindelige i tropiske, men især tempererede områder) og multispecifikke enge (med flere samtidige arter, mere almindelige i tropiske regioner som Indo-Stillehavet og Rødehavet). Der lægges særlig vægt på *Posidonia oceanica*-enge som klimakssamfund og på særlige træk som dannelse af matte. Eleverne lærer at forstå havgræsenge ikke som isolerede planter, men som komplekse økosystemer med høj biomasse og biodiversitet.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:

- Definere havgræsenge (eller havgræsbed) som omfattende og tætte undervandsøkosystemer
- Skelne mellem monospecifikke enge (én art) og multispecifikke enge (flere arter)
- Genkende, at de fleste havgræsenge er monospecifikke, især i tempererede zoner
- Forstå, at multispecifikke enge er mere almindelige i tropiske/subtropiske områder, især Indo-Stillehavet og Rødehavet
- Vide, at enge i Indo-Stillehavet og Rødehavet kan indeholde op til 12 samtidige havgræsarter
- Forklare, at havgræs også kan vokse i isolerede pletter eller som del af habitatmosaikker med koraller, mangrover, muslingerev, klippebenthos eller bare sedimenter
- Angive, at havgræs dækker cirka 10 % af kysthavet globalt
- Genkende, at havgræssets globale areal kan sammenlignes med makroalger, mangrover og koralrev
- Forstå, at havgræsenge understøtter høj biomasse

- Vide, at *Amphibolis*-, *Phyllospadix*- og *Posidonia*-arter understøtter særlig høj biomasse
- Genkende, at *Halophila*-arter (små blade) sjældent udviser høj biomasse
- Definere biomasse som den samlede vægt eller masse af levende organismer i et bestemt område
- Forstå, at *Posidonia oceanica*-enge er klimakssamfund
- Forklare de særlige træk ved *P. oceanica*: langlivet, langsomtvoksende, dannelse af matte og opskyllet materiale (“banquettes”)

Færdighedsmål

Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:

- Sammenligne monospecifikke og multispecifikke enge
- Analysere sammenhænge mellem arternes morfologiske karakteristika og biomasse
- Genkende havgræsenge som komplekse økosystemer frem for simple plantesamlinger
- Koble engkarakteristika til geografiske regioner

Mål for holdninger og værdier

Ved afslutningen af denne lektion vil eleverne kunne:

- Forstå, at havgræsenge er almindelige kystøkosystemer, som er værd at bevare

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Bruge økologisk terminologi korrekt (økosystem, monospecifik, multispecifik, biomasse, klimakssamfund)
- Sammenligne økosystemkarakteristika på tværs af regioner

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde om undersøgelser af økosystemer
- Forstå marine økosystemer som globalt vigtige naturressourcer

NØDVENDIGE MATERIALER

Materialer til hele klassen:

- Verdenskort, der viser hotspots for havgræsudbredelse (fx SEAQUEST Curriculum for Teachers, fig. 2.8)
- Kort, der sammenligner global dækning: havgræs, koralrev, mangrover, saltmarsker (fx
- UNEP-WCMC Ocean+ Habitats <https://habitats.oceanplus.org/>
- GRID-Arendal <https://www.grida.no/resources/7766>)
- Billeder af havgræsenge (fx fra SEAQUEST Curriculum for teachers, section B5.3.3 og Ocean Image Bank (<https://oceanimagebank.theoceanagency.org/> ved at søge på 'seagrass')

- Billeder af habitatmosaik (fx fra SEAQUEST Curriculum for teachers, section B5.3.3 og Ocean Image Bank <https://oceanimagebank.theoceanagency.org/> ved at søge på 'seagrass')
- Videoer af havgræsenge (e.g. Aquawork Productions Seagrass https://www.google.com/search?q=Aquawork+Productions&og=Aquawork+Productions&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDc0MTJqMGo3qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:4975b455,vid:KcyUgj30vL8,st:0)
- Skabelon til søjlediagram for sammenligning af biomasse efter art (fig. 1)
- Billeder af tempererede monospecifikke havgræsenge (fx *Zostera marina*, *Posidonia oceanica*) (fx fra SEAQUEST Curriculum for Teachers, afsnit B5.3.3 og algaebase.org ved at søge på det videnskabelige artsnavn)
- Billeder af tropiske multispecifikke havgræsenge (fx fig. 2)
- Billeder af *Posidonia oceanica*-mattestruktur (fx fra Google)
- Fotos af *Posidonia oceanica* opskyllet materiale/"banquettes" (Fig. 3)

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: "Hvad er en eng?"

Introduktion til begrebet

Læreren viser to billeder side om side:

1. En græseng på land (mark med græs på land)
2. En undervands-havgræseng

Spørgsmål: "Hvad har disse to steder til fælles?"

- Begge er domineret af græslignende planter
- Begge er omfattende områder dækket af lignende planter
- Begge understøtter andre organismer (dyr osv.)

Læreren introducerer begrebet: "Når havgræs danner omfattende undervandsområder, kalder vi dem havgræsenge eller havgræsbed. De er som marker af græs under vand."

Økosystembegreb

Læreren forklarer:

"En eng er mere end bare planter. Det er et økosystem-et samfund af organismer og deres fysiske miljø, der interagerer med hinanden."

Hurtig brainstorm: "Hvad kan leve i en havgræseng ud over havgræs?"

- Eleverne foreslår: fiske, krabber, skaldyr, orme, alger osv.

"I dag lærer vi om havgræsenge som komplette økosystemer med forskellige strukturer og karakteristika rundt om i verden."

Globalt perspektiv

Læreren viser et verdenskort med havgræsudbredelse:

"Havgræsenge findes langs kyster over hele verden. Nogle enge har kun én havgræsart. Andre har mere end én art, der vokser sammen. Nogle er enorme og dækker hundredvis af kvadratkilometer."

Indledende spørgsmål: "Hvor stor en del af havet tror I er dækket af havgræsenge? Og hvordan kan det sammenlignes med koralrev eller mangroveskove?"

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: "Antal havgræsarter i en eng"

Del A: Monospecifikke vs. multispecifikke enge

Lærerens forklaring:

Havgræsenge kan organiseres på to hovedmåder:

1. Monospecifikke enge:

- **"Mono"** = én
- Engen består **kun af én havgræsart**
- De fleste havgræsenge verden over er monospecifikke
- Særligt almindelige i den tempererede zone (koldere farvande)

- Eksempel: Ren *Zostera marina*-eng i Østersøen
- Eksempel: Ren *Posidonia oceanica*-eng i Middelhavet

2. Multispecifikke enge:

- “Multi” = mange
- Engen indeholder **flere samtidige havgræsarter**, der vokser sammen
- Mere almindelige i **tropiske og subtropiske områder**
- Eksempel: Blandede enge i Indo-Stillehavet og Rødehavet
- Kan indeholde **op til 12 forskellige havgræsarter** i samme eng

Gruppeundersøgelse:

Grupperne får billedsæt, der viser:

Sæt A: Monospecifik eng (én art synlig)

Sæt B: Multispecifik eng (arter med forskellige bladtyper/-størrelser synlige)

Undersøgelsesspørgsmål:

1. Se på sæt A (monospecifik):

- Hvor mange forskellige havgræsarter kan I identificere? (Én)
- Ser alle planterne ens ud? (Ja)
- Hvor kan denne eng være placeret? (Tempereret område: fx Europa, Nordamerika)

2. Se på sæt B (multispecifik):

- Hvor mange forskellige bladformer/-størrelser ser I? (Flere)
- Hvorfor kan flere arter vokse sammen her? (Forskellige arter bruger ressourcer forskelligt; stor miljøvariation)
- Hvor kan denne eng være placeret? (Tropisk: Indo-Stillehavet, Rødehavet)

3. Sammenligning:

- Hvilken type eng tror I er mest almindelig globalt? (Monospecifik)
- Hvilken type har den højeste artsdiversitet af havgræs? (Multispecifik)

Engmønstre - isolerede pletter vs. sammenhængende enge

Læreren forklarer med visuelle eksempler:

“Havgræs danner ikke altid sammenhængende enge. Det kan forekomme i forskellige mønstre.”

1. Isolerede pletter:

- Små, adskilte grupper af havgræs
- Spredt over havbunden
- Almindeligt i områder med pletvis egnede habitater

2. Sammenhængende enge:

- Store ubrudte områder med havgræs
- Kan strække sig over kilometer

3. Habitatmosaikker:

- Havgræs, der vokser side om side med andre levesteder
- Blandet med: koraller, mangrover, rev dannet af toskallede bløddyr, klippebunds-benthos og bare sedimenter
- Skaber et “patchwork” af forskellige økosystemtyper

Visuel aktivitet:

Læreren viser undervandsbilleder af:

- Sammenhængende eng
- Habitatmosaik (havgræs + koraller eller havgræs + mangrover)

Eleverne identificerer, hvilket mønster hvert billede repræsenterer.

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret præsentation: “havgræsenge globalt”

Global dækning og forekomst

Centrale data:

1. Samlet globalt areal:

- Estimaterne varierer: 160.000 til 600.000 km²
- Hvorfor er der så stor variation? (De lavere estimater repræsenterer typisk kun dokumenterede eller kortlagte områder, mens de højere estimater forsøger at medregne formodede eller potentielle levesteder i ukortlagte, fjerntliggende områder eller områder på dybt vand)
- Op til 10 % af kysthavet

Vigtigt punkt: “havgræsenge dækker et område, der kan sammenlignes med koralrev, mangrover og makroalger. De er lige så vigtige.”

Diskussion: “Har I hørt mere om koralrev eller havgræsenge? Hvorfor tror I, at havgræs får mindre opmærksomhed, selvom det dækker sammenlignelige områder?” (Det betragtes som mindre karismatisk/attraktivt)

Biomasse

Læreren forklarer begrebet:

“Hvad er biomasse?”

- Biomasse = den samlede vægt eller masse af levende organismer i et bestemt område eller volumen
- Man kan måle:
 - **Artsbiomasse:** vægten af én art
 - **Samfundsbiomasse:** vægten af alle arter tilsammen

Måles normalt pr. arealenhed (f.eks. gram pr. kvadratmeter, g/m²)

havgræsengenes biomasse:

“havgræsenge understøtter meget høj biomasse sammenlignet med marint fytoplankton (små fritsvævende alger).”

Gennemsnitlig global biomasse i havgræsenge: ~460 g tørvægt pr. m²

Art/slægt	Biomasseniveau
Amphibolis	
<i>Phyllospadix</i>	
<i>Posidonia</i>	
<i>Zostera</i>	
<i>Cymodocea</i>	
<i>Halophila</i>	

Biomassen varierer mellem arter:

- Læreren viser et søjlediagram, der sammenligner arter (Fig. 1):

Centralt mønster: “Tætte enge med større og mere robuste arter har tendens til at understøtte en højere biomasse.”

Eksempler:

- *Posidonia oceanica*: Store blade, tykke jordstængler, meget tætte enge → høj biomasse
- *Halophila-arter*: Små, sarte blade → udviser sjældent høj biomasse

Diskussion: “Hvorfor kan større planter skabe mere biomasse?”

Større havgræsarter kan producere mere “biomasse”, fordi de har fordele i deres struktur, den måde de fungerer på, og den måde de lever på. Dette gør det muligt for dem at producere og ophobe mere materiale end mindre planter.

Special Særligt fokus: *Posidonia oceanica*-enge som et klimakssamfund

Læreren forklarer ved hjælp af visuelle eksempler:

“I Middelhavet er *Posidonia oceanica*-enge særlige. De er det, økologer kalder et klimakssamfund.”

Klimakssamfund:

- Definition: Et økologisk samfund, hvor populationerne forbliver stabile og i balance med hinanden og miljøet
- Det sidste stadie i økologisk succession (økologisk succession = den proces, hvor sammensætningen af arter/levesteder ændrer sig over tid)

- Forbliver relativt uændret, indtil det ødelægges af en hændelse eller menneskelig påvirkning

Hvad er de centrale karakteristika ved *Posidonia oceanica*-enge?

Posidonia oceanica er en art med lang levetid, der danner enge, som:

1. er forankret på stedet og overlever i en stabil tilstand i deres miljø
2. understøtter tusindvis af arter og skaber et mangfoldigt økosystem, der trives i en stabil tilstand
3. har høj produktivitet og leverer afgørende økologiske tjenester, hvilket indikerer et modent økosystem
4. har lav modstandsdygtighed over for hurtige ændringer forårsaget af menneskelige aktiviteter, hvilket medfører langsom genopretning

Unikke karakteristika ved *Posidonia oceanica*:

- Langlivet, men langsomt voksende
- Skud lever i mindst 30 år
- Jordstængler vokser kun få centimeter vandret om året
- Langsom nedbrydning, ophobes over tid
- Danner “matte”: en unik, stabil jordstruktur, der består af jordstængler, rødder og fanget sediment, og som gør det muligt for engen at opbygge havbunden, så den kan overleve i tusindvis af år
- “Matte” kan være flere meter tyk
- “Matte” kan være tusindvis af år gammel

Opskyllet materiale / “Banquettes”:

Vis billeder af opskyllet *Posidonia oceanica*, der ligger i bunker på strande ved Middelhavet (Fig. 3)

- Døde blade skyller op på land
- Danner **opskyllet materiale** eller **“banquettes”** på strandene
- Beskytter strandene mod erosion

- Levested for strandorganismer

Diskussion: “Har I set bunker af havgræs på strande?”

FASE 4: UDBYGNING

Scenarier for engtyper

Læreren præsenterer scenarier; eleverne forudsiger engens karakteristika:

Scenarie 1: “I dykker i Indo-Stillehavsområdet nær et koralrev. Hvilken type havgræseng vil I sandsynligvis møde?”

- **Svar:** Multispecifik eng (op til 12 arter); muligvis habitatmosaik med koraller; tropisk diversitet

Scenarie 2: “I undersøger Østersøen i Nordeuropa. Hvilken type engstruktur ville I forvente?”

- **Svar:** Monospecifik eng (sandsynligvis *Zostera marina*); tempereret område; sammenhængende eller omfattende enge

Scenarie 3: “I befinder jer i Middelhavet på 25 meters dybde på en sandbund, der ikke er blevet forstyrret i hundredvis af år. Hvad ville I finde?”

- **Svar:** Muligvis en *Posidonia oceanica*-eng; sandsynligvis monospecifik; klimakssamfund; muligvis synlig matte-struktur

Scenarie 4: “I besøger en strand ved Middelhavet. I ser store bunker af brunt, fibrøst materiale på stranden. Hvad er det, og hvorfor er det der?”

- **Svar:** Opskyllet *Posidonia oceanica* (banquettes); døde blade, der er skyllet op på stranden; en naturlig del af kystøkosystemet; hjælper med at beskytte stranden mod erosion

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket – “havgræsenge som økosystemer”

Eleverne udfylder individuelt:

Del 1: Engtyper

1. Hvad er forskellen mellem en monospecifik og en multispecifik eng?

Monospecifik: _____

Multispecifik: _____
2. De fleste havgræsenge verden over er _____ (monospecifikke/multispecifikke).

Del 2: Global betydning

3. Havgræs dækker cirka _____ % af det globale kysthav.
4. Nævn ÉN type kystøkosystem, der har en global dækning, som kan sammenlignes med havgræs:

5. Hvad _____ er _____ biomasse?

Del 3: Posidonia oceanica

6. Hvad er et klimakssamfund? _____
7. Hvad er “matte” i Posidonia oceanica-enge? _____
8. Posidonia oceanica-skud kan leve i mindst _____ år.

Del 4: Anvendelse

9. Indo-Stillehavsområdet har enge med op til _____ havgræsarter, der forekommer sammen.
10. Hvorfor udviser Halophila-arter sjældent høj biomasse?

EVALUERINGS STRATEGIER

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Spørgsmål undervejs:

- “Hvad betyder ‘monospecifik’?”
- “Hvorfor er havgræsenge lige så vigtige som koralrev?”
- “Hvad er de centrale karakteristika ved Posidonia oceanica-enge?”

2. Forudsigelser i scenarier:

- Kvaliteten af ræsonnementet bag forudsigelserne af engtypen
- Forbindelse til tidligere lektioner

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

Evalueringsrubrik til Exit Ticket:

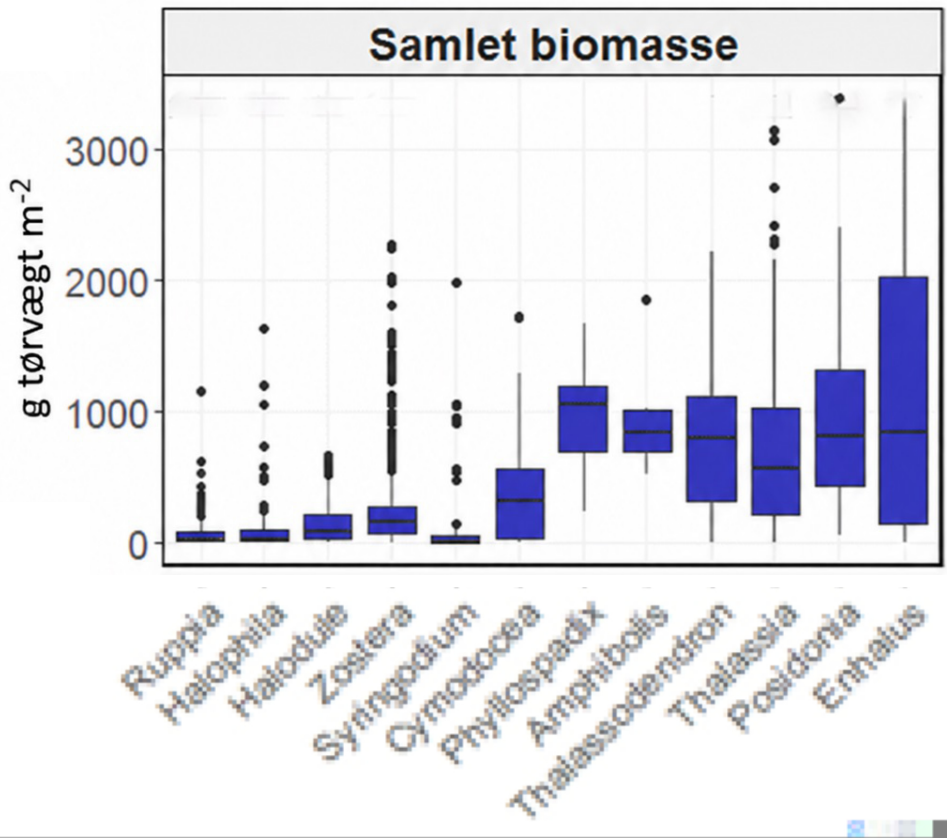
1. Engtyper
2. Global betydning
3. Viden om Posidonia oceanica

Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan forklare, hvad en havgræseng/et havgræsbed er
- Jeg kan skelne mellem monospecifikke og multispecifikke enge
- Jeg kan forklare, at havgræs dækker omkring 10 % af kysthavet
- Jeg kan sammenligne havgræssets dækning med koralrev, mangrover og makroalger
- Jeg kan definere biomasse og forklare, hvorfor det er vigtigt
- Jeg kan beskrive de centrale karakteristika ved Posidonia oceanica-enge
- Jeg kan forklare dannelsen af Posidonia oceanica “matte” og opskyllet materiale
- Jeg kan genkende, at antallet af havgræsarter i en eng kan variere efter region (tempereret vs. tropisk)

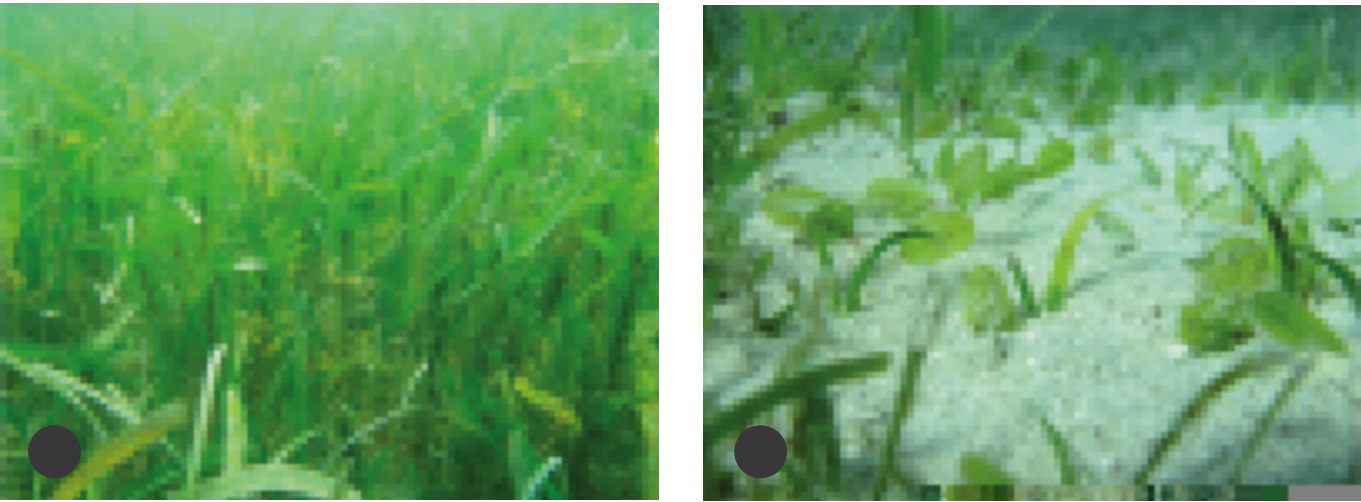
Appendiks

Globalt datasæt over biomasse i havgræsenge



Figur 1. Globalt datasæt over biomasse i havgræsenge pr. slægt; boksplottene viser medianværdien (sort linje inde i boksen; tilpasset fra Strydom et al. 2023. Earth System Science Data 15, 511–519) <https://essd.copernicus.org/articles/15/511/2023/>

Multispecifikke havgræsenge



Figur 2. Eksempler på tropiske multispecifikke havgræsenge bestående af (a) Cymodocea serrulata, Halodule uninervis og Halophila spinulosa ved Magnetic Island og (b) Halophila ovalis og Halodule uninervis ved Green Island, Queensland, Australien (fra Collier et al., 2021. Ecological Indicators, 121, 107156) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20310955>

Posidonia oceanica “banquettes”



Figur 3. En banquette dannet på en strand af døde *Posidonia oceanica*-blade (Mesi Beach, kystvande i Thrakien, det nordlige Ægæiske Hav, Grækenland; foto: Paraskevi Malea)

LEKTIONSPLAN 3. HAVGRÆSENGE I EUROPAS KYSTVANDE

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion undersøger den geografiske udbredelse af seks centrale havgræsarter (*Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Halophila stipulacea* og *Ruppia maritima*, se Lektionsplan 3: havgræssets taksonomi og artsidentifikation, Tematisk modul 2: havgræs er unikke planter) i Europas kystvande, fra det arktiske Norge til Middelhavet og Sortehavet, gennem kortbaserede aktiviteter. Den undersøger også de kystmiljøer, hvor disse arter forekommer (f.eks. tidevandszonen, lavvandede og dybe kystvande, flodmundinger og kystlaguner), og forbinder arternes forekomst med miljøforhold såsom lystilgængelighed, substrat og saltholdighed. Med udgangspunkt i tidligere viden vil eleverne forbinde artsspecifikke krav med engenes udbredelse og blive introduceret til centrale begreber, herunder endemiske, invasive og emblematiske arter.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Identificere de seks havgræsarter, der findes i Europas kystvande (*Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Halophila stipulacea*, *Ruppia maritima*)
- Beskrive den geografiske udbredelse af hver art på tværs af de europæiske have (Arktis, Atlanterhavet, Østersøen, Middelhavet, Sortehavet)
- Forklare, hvordan miljøfaktorer (lystilgængelighed, substrat, saltholdighed) påvirker arternes udbredelse
- Angive dybdeinterval, type af kystmiljø og substratpræferencer for hver art
- Genkende centrale økologiske karakteristika for hver art (f.eks. kuldetolerance, forekomst i tidevandszonen, tilpasningsevne, tolerance over for saltholdighed og karakteristika ved invasive arter)
- Forstå og anvende følgende begreber korrekt: endemisk art, introduceret (ikke-hjemmehørende) art, invasiv art, klimakssamfund og emblematisk art
- Forklare, hvorfor visse arter (f.eks. *Posidonia oceanica*) har en begrænset udbredelse, mens andre (f.eks. *Zostera marina*, *Ruppia maritima*) er mere vidt udbredte

Færdighedsmål

- Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:
- Lokalisere og kortlægge udbredelsen af havgræsarter på et europakort
- Analysere og forklare miljømæssige udbredelsesmønstre baseret på miljøforhold
- Sammenligne arter og identificere ligheder og forskelle i deres økologiske krav
- Forudsige, hvilke arter der sandsynligvis forekommer i specifikke miljøscenarier (f.eks. flodmundinger, dybe kystvande og levesteder med høj saltholdighed)
- Formidle videnskabelig information tydeligt gennem gruppediskussion og præsentation
- Samarbejde om at undersøge og præsentere artsspecifik information

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Fortolke og analysere geografiske udbredelseskort for havgræsarter
- Bruge videnskabelige (latinske) artsnavne korrekt og hensigtsmæssigt
- Forstå og anvende økologiske begreber (f.eks. miljømæssig udbredelse, habitat, miljøfaktorer)
- Knytte artskarakteristika (dybdeinterval, saltholdighedstolerance, substratpræference) til deres miljømæssige udbredelsesmønstre

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde effektivt i gruppebaserede undersøgelsesopgaver
- Dele ansvar og bidrage til teambaserede læringsaktiviteter
- Kommunikere resultater tydeligt ved brug af naturvidenskabeligt sprog
- Deltage i diskussion, sammenligning og argumentation baseret på evidens

NØDVENDIGE MATERIALER

Pr. hold (3–4 elever):

- Artsprofilkort (én art pr. hold)
- Tomt kort over europæiske farvande (kystlinjer med: Norskehavet, Nordsøen, Østersøen, Atlanterhavskysten, Middelhavet, Sortehavet)
- Billede af bioregionerne Tempereret Nordatlanten og Middelhavet (Fig. 1)
- Farveblyanter/tuscher til kortlægning
- Arbejdsark med tjekliste over artskarakteristika

Materialer til hele klassen:

- Stort vægkort over Europa med have og kystlinjer
- Seks forskellige farvede tuscher/nåle til markering af arternes udbredelse
- Billeder af hver art (som visuel reference)

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: “Europæisk havgræsdiversitet”

Læreren viser et stort kort over Europa med følgende have markeret:

- Norskehavet
- Nordsøen
- Østersøen
- Atlanterhavet (østlige kyster)
- Middelhavet
- Sortehavet
- Azovhavet
- Det Kaspiske Hav

Indledende spørgsmål: I hvilke geografiske områder findes havgræsenge, og under hvilke miljøforhold?

Læreren viser 6 billeder af forskellige havgræsarter (uden navne) ved siden af hinanden.

“Dette er de seks havgræsarter, der findes i europæiske farvande. Nogle kan vokse i kolde arktiske farvande, nogle i det varmere Middelhav, nogle mange steder, og én findes kun i Middelhavet. Lad os finde ud af, hvor de vokser.”

Hurtig afstemning

Læreren spørger:

1. “Hvilket hav tror I har flest havgræsarter?” (Eleverne gætter)
2. “Hvilken art tror I kan overleve i de koldeste farvande?” (Eleverne observerer billederne og gætter)
3. Tror I, at alle europæiske havgræsarter er hjemmehørende, eller kan nogle være introduceret fra andre regioner? (Diskutér begrebet hjemmehørende vs. introduceret)
4. I hvilke typer kystmiljøer finder vi havgræs?
5. På hvilke dybder vokser havgræs typisk?
6. Hvilken type havbund foretrækker de?
7. Hvordan påvirker saltholdigheden, hvor forskellige havgræsarter kan leve?

Læringsintention

“I dag skal vi opdage, at hver art har sine egne foretrukne have, dybder og typer af kystmiljø. Til sidst vil I kunne se på et Europakort og vide, hvilke havgræsarter der lever hvor.”

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: “Undersøgelse af artsprofiler”

Del klassen i 6 hold. Hvert hold får et artsprofilkort for én art og undersøger:

1. Hvor arten findes (geografisk udbredelse)
2. Dybdeinterval
3. Substratpræference
4. Særlige karakteristika
5. Typer af kystmiljø
6. Saltholdighed

ARTSPROFILKORT:

HOLD 1: *Zostera marina* (havgræs)

Udbredelse:

- Cirkumglobal på nordlige breddegrader
- Forekommer i subarktiske og tempererede regioner
- Vid udbredelse i Europas kystvande
- Fra det arktiske Norge til Middelhavet, Sortehavet og Azovhavet

Dybdeinterval:

- Nedre tidevandszone til 15 m

Substrat:

- Sandet eller mudret substrat

Habitattyper:

- Lever hovedsageligt i den sublitorale zone (typisk ned til 10–15 m)
- Kan også forekomme i tidevandszonen
- Beskyttede kystmiljøer: lavvandede bugter, vige, flodmundinger og kystlaguner

Særligt kendetegn:

- Mest udbredte art
- Kuldetolerant

Jeres opgave:

1. Farvelæg de have på jeres kort, hvor *Zostera marina* forekommer
2. Angiv 3 centrale karakteristika for arten
3. Udfyld på billedet (Fig. 1), hvor arten findes
4. Forklar, hvorfor denne art har så stor en udbredelse (hvad gør den tilpasningsdygtig?)

HOLD 2: *Zostera noltei* (dværghavgræs)

Udbredelse:

- Nordøstatlanten, Østersøen, Middelhavet, Sortehavet, Det Kaspiske Hav og Aralsøen
- Vestafrika (Mauretanien)
- De Kanariske Øer og Kap Verde

Dybdeinterval:

- Tidevandszonen til 10 m

Substrat:

- Sandet til mudret substrat

Habitattyper:

- Primært tidevandszonen
- Kan forekomme i sublitorale områder ned til 10 m dybde
- Flodmundinger og kystlaguner
- Vokser ofte sammen med *Zostera marina*, som strækker sig til større dybder

Særligt kendetegn:

- Lille art
- Lever overvejende i tidevandszonen

Jeres opgave:

1. Farvelæg de have på jeres kort, hvor *Zostera noltei* forekommer
2. Udfyld på billedet (Fig. 1), hvor arten findes
3. Sammenlign med *Zostera marina* – hvad er ens og forskelligt ved deres geografiske udbredelse?
4. Hvorfor er *Zostera noltei* almindelig i tidevandszonen?

HOLD 3: *Cymodocea nodosa* (smalt havgræs)

Udbredelse:

- Middelhavet (vidt udbredt)
- Atlanterhavet, nordpå til Portugal og sydpå til Senegal
- De Kanariske Øer, Madeira, Kap Verde

Dybdeinterval:

- Tidevandszonen til ca. 30–35 m

Substrat:

- Groft sand til mudrede sedimenter

Habitattyper:

- Åbne kystvande
- Flodmundinger
- Kystlaguner
- Kan kolonisere forskellige miljøtyper

Særligt kendetegn:

- Meget tilpasningsdygtig over for miljømæssig variation
- God kolonisator af nye substrater

Jeres opgave:

1. Farvelæg de have/regioner på jeres kort, hvor *Cymodocea nodosa* forekommer
2. Udfyld på billedet (Fig. 1), hvor arten findes
3. Hvad gør denne art til en “god kolonisator”? (tilpasningsevne, brede tolerancer)
4. Hvor erstatter den *Posidonia oceanica*, og hvorfor?

HOLD 4: *Posidonia oceanica* (Neptungræs)

Udbredelse:

- Endemisk for Middelhavet
- Vid udbredelse i hele Middelhavet

Dybdeinterval:

- 0,5 til 45 m
- Ca. 9 m som nedre grænse i uklart vand

Substrat:

- Primært sandede sedimenter

Habitattyper:

- Åbne kystvande
- Tåler ikke udsving i saltholdighed og uklarhed
- Findes ikke i flodmundinger

Særligt kendetegn:

- *Langsomtvoksende art*
- *Omfattende, tætte enge*
- *Klimakssamfund*
- *Danner matte*
- *Emblematisk middelhavsart*

Jeres opgave:

1. Farvelæg kun Middelhavet på jeres kort (endemisk)
2. Udfyld på billedet (Fig. 1), hvor arten findes
3. Hvad betyder “endemisk”?
4. Hvad er et klimakssamfund?

HOLD 5: *Halophila stipulacea*

Udbredelse:

- Hjemmehørende i Det Røde Hav, Den Persiske Golf og Det Indiske Ocean
- Introduceret i Middelhavet (Egypten til Syditalien og Tunesien)

Dybdeinterval:

- 0 til 70 m (sjælden under 50 m)

Substrat:

- Blødt substrat i det østlige Middelhav

Habitattyper:

- Lavt vand
- Også på meget dybere vand (>50 m)
- Hurtigtvoksende art
- Kan brede sig hurtigt på grund af hurtig vækst
- Introduceret (ikke-hjemmehørende) i Middelhavet

Jeres opgave:

- Farvelæg den del af Middelhavet, hvor *Halophila stipulacea* forekommer
- Udfyld på billedet (Fig. 1), hvor arten findes
- Hvad betyder “introduceret art”? Hvordan adskiller det sig fra “endemisk”?
- Hvilken fordel giver hurtig vækst denne art?

HOLD 6: *Ruppia maritima*

Udbredelse:

- Cirkumglobal
- Tempererede og tropiske regioner

Dybdeinterval:

- 0 til 2 m

Substrat:

- Forekommer på flere typer substrat (ikke substratspecifik)

Habitattyper:

- Ferskvand, brakvand og hyperhaline miljøer
- Flodmundinger
- Kystlaguner
- Saltholdighedstolerance: 0–70

Særligt kendetegn:

- Meget bred saltholdighedstolerance (0–70)
- Brakvandsspecialist

Jeres opgave:

1. Udfyld på billedet (Fig. 1), hvor arten findes
2. Hvad er særligt ved denne arts tolerance over for saltholdighed?
3. Hvorfor kan den leve flere steder end andre arter?

Tid til holdundersøgelse:

Holdene arbejder sammen om at:

1. Læse og diskutere deres artsprofil
2. Udfylde deres kort (farvelægge udbredelsesområder)
3. Udfylde tjeklisten over karakteristika
4. Forberede en præsentation af 2–3 centrale fakta om deres art for klassen

FASE 3: FORKLARING

Lærerstyret fælles opsamling: “Opbygning af det europæiske havgræskort”

Præsentation art for art

Hvert hold præsenterer deres art:

- Viser deres farvelagte kort
- Fortæller, hvor arten findes
- Deler 2–3 centrale karakteristika
- Læreren tilføjer information til det store vægkort med farvede tuscher/nåle

Efterhånden som hver art præsenteres, laver læreren en oversigtstabel på tavlen:

Forklaring af centrale begreber

Læreren fremhæver følgende:

Miljømæssige sammenhænge:

- “Kan I huske vores lektion om miljøfaktorer? Nu ser vi, hvordan de bestemmer den miljømæssige udbredelse.”
- “*Zostera marina* tåler kulde (Arktis), fordi den er tilpasset lave temperaturer.”
- “*Posidonia oceanica* tåler ikke udsving i saltholdigheden – derfor findes den ikke i flodmundinger.”
- “*Ruppia maritima* kan leve fra ferskvand til hyperhaline kystlaguner, fordi den tåler et bredt interval af saltholdighedsværdier!”

Vigtig terminologi

Art	Udbredelse	Dybdeinterval	Særligt kendetegn	Økologi - habitat
<i>Zostera marina</i>	Vidt udbredt og cirkumglobal på nordlige breddegrader. Vidt udbredt i Europas kystvande, fra de arktiske farvande ved Norge til Middelhavet, Sortehavet og Azovhavet.	Lav tidevand-15 m	Mest udbredt; kuldetolerant	Lever hovedsageligt i den sublitorale zone, typisk ned til 10–15 m. Kan også forekomme i tidevandszonen. Euryhalin. Foretrækker sandet eller mudret substrat og beskyttede kystmiljøer såsom lavvandede bugter, vige, flodmundinger og kystlaguner.
<i>Zostera noltei</i>	Nordøstatlanten, Østersøen, Middelhavet, Sortehavet, Det Kaspiske Hav og Aralsøen, Vestafrika i Mauretanien samt De Kanariske Øer og Kap Verde	Tidevand- 10 m	Lille art; lever overvejende i tidevandszonen	Vokser i tidevandszonen, ofte sammen med <i>Zostera marina</i> , som strækker sig til større dybder. Forekommer også i sublitorale områder på sandet til mudret substrat, i flodmundinger og kystlaguner
<i>Cymodocea nodosa</i>	Middelhavet, Nordøstatlanten nordpå til Portugal og sydpå til Senegal; De Kanariske Øer, Madeira, Kap Verde; vidt udbredt i Middelhavet	Tidevand – ~30–35 m	Meget tilpasningsdygtig over for miljømæssig variation; god kolonisor af nye substrater	Vokser fra tidevandszonen til 33–35 m dybde. Kan forekomme fra groft sand til mudrede sedimenter. Kan kolonisere forskellige miljøtyper, f.eks. åbne kystvande, flodmundinger og kystlaguner
<i>Posidonia oceanica</i>	Endemisk middelhavsart; vidt udbredt langs Middelhavet	0.5- 45m	Langsomtvoksende; klimakssamfund; danner matte; emblematiske middelhavsart	Danner sammenhængende enge fra 0,5 til 45 m dybde. I uklart vand er den nedre grænse ca. 9 m. Danner meget tætte enge. Engene betragtes som et klimakssamfund. Tåler ikke udsving i saltholdighed og uklarhed og findes derfor ikke i flodmundinger
<i>Halophila stipulacea</i>	Hjemmehørende i Det Røde Hav, Den Persiske Golf og Det Indiske Ocean; introduceret i Middelhavet, hvor den forekommer fra Egypten til Syditalien og Tunesien	0-70 m sjældent længere nede end 50m	Hurtigtvoksende; introduceret i Middelhavet	Forekommer på lavt vand, men også meget dybere og er registreret på dybder >50 m. Euryhalin art. I det østlige Middelhav forekommer den på blødt substrat. Den er hurtigtvoksende og kan derfor brede sig hurtigt.
<i>Ruppia maritima</i>	Cirkumglobal art, vidt udbredt i tempererede og tropiske regioner	0-2 m	Bred saltholdighedstolerance, brakvandsart	Har en bred saltholdighedstolerance og kan overleve ved værdier fra 0 til 70. Forekommer i ferskvand, brakvand, marine miljøer og hyperhaline forhold. Forekommer i flodmundinger og kystlaguner

Endemiske arter:

- **Definition:** Findes naturligt i kun ÉT bestemt, afgrænset geografisk område
- **Eksempel:** Posidonia oceanica i Middelhavet
- **Betydning:** Hvis engene i Middelhavet ødelægges, kan arten uddø globalt

Introducerede/invasive arter:

- **Definition:** Arter, der ved menneskelig aktivitet bevidst eller utilsigtet introduceres til en region uden for deres naturlige, historiske udbredelsesområde
- **Eksempel:** Halophila stipulacea i Det Caribiske Hav
- Kan blive invasive, hvis de spreder sig hurtigt, påvirker hjemmehørende arter og skader det nye miljø

Emblematiske arter:

- Ikoniske dyr, planter eller svampe, der symboliserer en regions unikke biodiversitet
- Arterne er typisk truede
- Fungerer som indikatorer for økologisk sundhed
- Bruges til at fremme offentlig deltagelse i naturbeskyttelse

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: “Detektivarbejde om arters udbredelse”

Sammenligningsspørgsmål

Eleverne arbejder parvis og besvarer sammenligningsspørgsmål ved hjælp af klassens kort og tabel:

Spørgsmål:

1. **Hvilken art kan overleve i de koldeste farvande?**
 - Svar: *Zostera marina* (overlever isdække i det arktiske Norge)
2. **Hvilken art findes i flest europæiske have?**
 - Svar: *Zostera marina* (Norskehavet, Nordsøen, Østersøen, Atlanterhavet, Middelhavet, Sortehavet)
3. **Hvilken art findes kun i Middelhavet?**
 - Svar: *Posidonia oceanica* (endemisk)
4. **Hvilken art vokser almindeligvis i tidevandszonen?**
 - Svar: *Zostera noltei*
5. **Hvilken art kan overleve i ferskvand?**
 - Svar: *Ruppia maritima* (saltholdighedstolerance 0–70)
6. **Hvilken art kan vokse på de største dybder?**
 - Svar: *Halophila stipulacea* (>50 meter)
7. **Hvis I befandt jer i en flodmunding, hvor ferskvand møder saltvand, hvilke arter kunne I så finde?**
 - Svar: *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa* eller *Ruppia maritima* (ikke *Posidonia* – den tåler ikke udsving i saltholdighed)
8. **Hvilken art er blevet introduceret i Middelhavet?**
 - Svar: *Halophila stipulacea* (introduceret fra Det Indiske Ocean/Det Røde Hav)

Forudsigelsesscenarier

Læreren præsenterer scenarier for forskellige lokaliteter; eleverne forudsiger, hvilke arter der kan findes:

- Scenarie 1:** “I besøger Østersøen i Nordeuropa. Vandet er koldt, dybden er 5 meter, og substratet er sandet. Hvilken havgræsart forventer I at finde?”
- Svar: Mest sandsynligt *Zostera marina* (almindelig i Østersøen)

- Scenarie 2:** “I befinder jer i en lavvandet kystlagune i det vestlige Middelhav. Saltholdigheden varierer fra 25–35. Dybden er omkring 1 meter. Hvilke arter kan vokse her?”
- Svar: *Cymodocea nodosa*, *Zostera*-arter, *Ruppia maritima*; sandsynligvis IKKE *Posidonia* (bryder sig ikke om udsving i saltholdighed)

- Scenarie 3:** “I dykker i klart vand i det østlige Middelhav på 25 meters dybde over sandet substrat. Hvilke arter kan I se?”
- Svar: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*

- Scenarie 4:** “I undersøger en kystlagune, hvor saltholdigheden er ekstremt høj (50). Hvilken art kan I se?”
- Svar: Mest sandsynligt *Ruppia maritima* (tåler saltholdighed 0–70)

FASE 5: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Exit Ticket – “Europæisk havgræsudbredelse”

Eleverne udfylder individuelt:

Del 1: Artsidentifikation

Match arten med dens beskrivelse:

1. Endemisk for Middelhavet: _____
2. Introduceret (ikke-hjemmehørende) art i Middelhavet: _____
3. Har den bredeste saltholdighedstolerance (0–70): _____

Del 2: Viden om udbredelse

4. Hvilken art findes i arktiske farvande ved Norge? _____
5. Hvilke to arter er mest udbredt i Middelhavet? _____ o g _____
6. *Posidonia oceanica* findes ikke i flodmundinger. Hvorfor?

Del 3: Dybde & habitat

7. Hvilken art forekommer almindeligvis i tidevandszonen? _____
8. Hvilken art kan vokse på de største dybder (>50 m)? _____

Del 4: Terminologi

9. Hvad betyder “endemisk art”? _____
10. Hvad er en emblematiske art? _____

EVALUERINGS STRATEGIER

Formativ evaluering (under lektionen):

Kortets nøjagtighed:

- Kontrollér de farvelagte kort for korrekte geografiske regioner
- Bekræft forståelsen af arternes udbredelsesområder

Sammenligningsaktivitet:

- Følg pardiskussioner under sammenligningsspørgsmålene
- Vurder ræsonnementet i forudsigelsesscenarierne
- Bemærk brugen af miljøfaktorer i forklaringerne

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

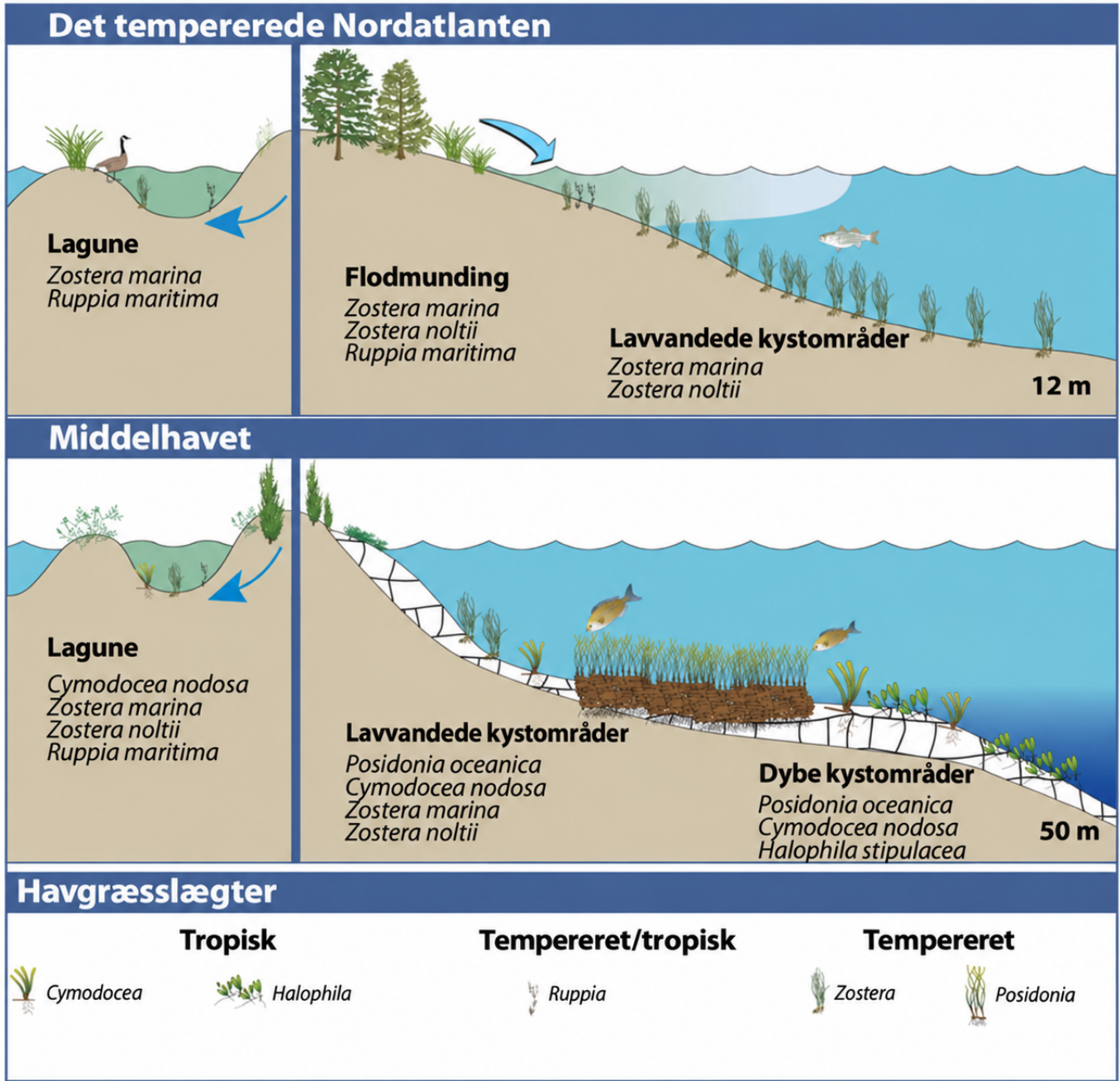
Evalueringsrubrik til Exit Ticket:

1. Artsidentifikation
2. Viden om geografisk udbredelse
3. Dybde & habitat
4. Terminologi

Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan navngive seks havgræsarter, der findes i europæiske farvande
- Jeg kan lokalisere, hvor hver art er udbredt på et kort
- Jeg kan forklare begreberne: endemisk art, introduceret art, klimakssamfund
- Jeg kan forbinde artskarakteristika (dybdeinterval, saltholdighedstolerance) med deres miljømæssige udbredelse

Appendiks



Figur 1. Diagrammer over havgræshabitater for (a) bioregionen Tempereret Nordatlanten og (b) Middelhavsbioregionen (modificeret fra Short et al., 2007. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 350, 3–20)

LEKTIONSPLAN 4, 5 & 6. FELTPRØVETAGNING AF HAVGRÆS

VARIGHED: 180 MINUTTER (FELTAKTIVITET)

På grund af den udvidede varighed (3 timer) og strukturen med tre tydelige undervisningsfaser (forberedelse før feltarbejde,

LEKTIONSOVERSIGT

Denne udendørs feltlektion giver eleverne praktisk erfaring med de prøvetagningsmetoder for havgræs, som havforskere anvender, og skaber meningsfulde forbindelser mellem undervisningen i klassen og havmiljøet. Ved at indsamle, observere og håndtere rigtige havgræsplanter uddyber eleverne deres forståelse og engagement på måder, som aktiviteter i klasseværelset alene ikke kan efterligne. Eleverne besøger et marint kystområde, en flodmunding eller en kystlagune for at indsamle havgræsprøver i tidevandszonen og/eller den øvre sublitorale zone ved hjælp af videnskabelige feltmetoder. I hold lærer de korrekte prøvetagningsprocedurer, sikkerhedsprotokoller i felten og teknikker til håndtering af planter, samtidig med at de får erfaring med autentisk naturvidenskabelig praksis. Aktiviteten forbinder klassens viden om havgræssets morfologi, taksonomi og identifikation med virkeligt feltarbejde. Eleverne forbereder også deres prøver til efterfølgende laboratorieanalyse og oplever centrale trin i den marine forskningsproces. Gennem hele lektionen lægges der vægt på omhyggelig observation, teamwork, sikkerhedsbevidsthed og respekt for marine økosystemer.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Beskrive, hvordan prøvetagning af havgræs udføres
- Forklare betydningen af at skylle prøver forsigtigt for at bevare plantens struktur

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Bruge en PVC-prøvetager korrekt og sikkert til at udtage havgræsprøver
- Samarbejde i felthold om at indsamle prøver
- Skylle planter i havvand ved hjælp af en si uden at beskadige plantestrukturer
- Registrere feltobservationer systematisk (lokalitet, dato, forhold, foreløbig artsidentifikation)
- Følge sikkerhedsprotokoller i marine feltmiljøer

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Værdsætte udfordringerne og udbyttet ved feltforskning
- Værdsætte teamwork og samarbejde i naturvidenskabeligt feltarbejde

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Bruge instrumenter (prøvetagere) til dataindsamling
- Indsamle biologiske prøver ved hjælp af standardiserede feltmetoder
- Følge videnskabelige prøvetagningsprotokoller nøjagtigt

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Værdsætte betydningen af feltforskning for miljøovervågning

Sociale og civile kompetencer:

- Arbejde effektivt i felthold under varierende forhold
- Dele ansvaret for udstyr og håndtering af prøver
- Støtte holdmedlemmer under udfordrende feltopgaver

FORBEREDELSE FØR AKTIVITETEN

(Vejledning til læreren):

Før aktiviteten gennemføres, bør læreren omhyggeligt have identificeret, besøgt og vurderet et egnet kystområde med en havgræseng og sikret, at området er tilgængeligt og sikkert for elevernes deltagelse. Det anbefales også, at læreren konsulterer både pålidelige informationskilder og lokal viden (f.eks. fiskere) for at fastlægge den mest passende periode for aktiviteten.

Anbefalet prøvetagningsperiode

Generelt maj–september

Årsager:

1. Højere vandtemperaturer gør feltarbejdet mere behageligt og sikkert og giver lettere prøvetagningsforhold
2. Bedre fase i havgræssets vækstcyklus – planterne er større og mere robuste, hvilket gør morfologisk observation og identifikation lettere

Forventede arter:

- *Cymodocea nodosa*
- *Ruppia maritima*
- *Zostera marina*
- *Zostera noltei*

Mulige prøvetagningssteder

1. Tidevandszonen
2. Øvre sublitorale zone

NØDVENDIGE MATERIALER

Feltudstyr (pr. hold på 3–4 elever):

- 1 PVC-prøvetager (20 cm diameter) (Fig. 1)
- 1 stor plastsi til skylning af prøver
- 5–10 store plastposer med etiketter til opbevaring af prøver
- Vandfast tusch til mærkning
- Feltnotesbog
- Blyanter/vandfaste penne
- Én køleboks med køleelementer til alle hold (til transport af prøver tilbage til skole/ laboratorium)

Sikkerheds- og personligt udstyr (pr. elev):

- Gummistøvler eller vandsko
- Tøj, der passer til vejret (se appendiks: Feltsikkerhed & påklædning)
- Solbeskyttelse (hat, solcreme)
- Vandflaske
- Førstehjælpskasse (lærerens ansvar)



Figur 1. En PVC-prøvetager (20 cm diameter)



LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: FORBEREDELSE FØR FELTARBEJDE

Oversigt over prøvetagningsprotokol

Læreren demonstrerer eller forklarer prøvetagningsproceduren:

Trin 1: Valg af prøvetagningssteder

- Se efter synlige havgræsenge
- Spred holdene ud for at undgå overlappende områder
- Notér vanddybde og substrattype

Trin 2: Udtagning af kerneprøven

- Tryk prøvetageren lodret ned i substratet til ca. 15 cm dybde
- Drej forsigtigt om nødvendigt for at trænge ned i sedimentet
- Dæk den øverste åbning med hånden
- Løft forsigtigt prøvetageren op af vandet, mens den ene hånd holdes over toppen og den anden ved bunden af prøvetageren (Fig. 2 og 3)
- Transportér den til skylleområdet



Figure 2. Havgræsprøver ved brug af en prøvetagningsrør

Trin 3: Udtagning af prøven

- Lad overskydende sediment løbe ud gennem bunden
- Skub forsigtigt prøven ud i sien

Trin 4: Skylning

- Hold sien i havvand
- Bevæg og skyl forsigtigt for at fjerne sediment
- Vær meget forsigtig med ikke at beskadige plantestrukturer (rødder, jordstængler, blade)
- Fortsæt, indtil prøven er ren, men intakt

Trin 5: Opbevaring

- Læg de skyllede planter i en mærket plastpose
- Tilsæt en lille mængde havvand for at holde dem fugtige
- Registrér: dato, tidspunkt, lokalitet, holdnavn, foreløbige observationer

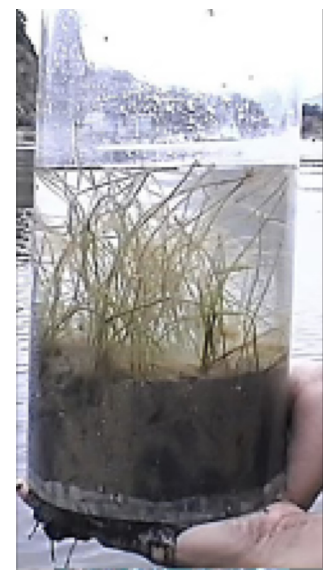


Figure 3. Visning af havgræsprøven inde i et gennemsigtigt prøvetagningsrør

Holdfordeling & ansvar

- Del klassen i hold på 3–4 elever
- Fordel roller inden for hvert hold:
 - **Prøvetager:** betjener prøvetageren
 - **Skyller:** står for skylning af planterne
 - **Registrator:** skriver observationer og etiketter
 - **Udstyrsansvarlig:** håndterer poser og si
 - **Fotograf:** tager billeder af prøvetagningsområdet, havgræsengen og prøvetagningsproceduren
- Rotér rollerne om nødvendigt
- Hvert hold får én prøvetager og tilhørende udstyr

FASE 2: FELTPRØVETAGNING

A. Introduktion til lokaliteten

- Læreren leder en kort rundgang og viser havgræsengenes placering
- Eleverne observerer havgræsbedene på stedet før prøvetagning
- Identificér synlige forskelle i tæthed, dybde og eksponering

B. Demonstration

- Læreren demonstrerer hele prøvetagningsproceduren med ét hold
- Viser korrekt teknik med prøvetageren
- Demonstrerer forsigtig skylning

Spørgsmål under demonstrationen:

- “Hvorfor går vi kun ca. 15 cm ned?” (For at få jordstængler og rødder med uden for meget sediment)
- “Hvorfor skal vi skylle forsigtigt?” (For at kunne se plantestrukturerne tydeligt uden at beskadige dem)
- “Hvad skal vi registrere om prøvetagningsstedet?” (Lokalitet, dato, tidspunkt, eventuelle særlige kendetegn ved området)

C. Holdenes prøvetagning

- Holdene kan indsamle 1–3 prøver afhængigt af tid og forhold.
- Hvert hold viser kort deres prøve(r) til de øvrige hold
- Foreløbige artsidentifikationer diskuteres (bekræftes senere i laboratoriet)

Forberedelse af prøver til transport

- Kontrollér, at prøverne er fugtige
- Kontrollér, at etiketterne er læselige og komplette
- Læg alle prøveposer i køleboksen med køleelementer
- Skyl prøvetagere og sier i havvand
- Tæl og saml alt udstyr
- Bortskaf eventuelt affald korrekt (efterlad ingen spor)
- Foretag en sidste kontrol af området – sørg for, at intet er efterladt

Refleksion i bussen på vej tilbage til skolen

- “Hvad var mest udfordrende ved prøvetagningen?”
- “Hvad overraskede jer ved havgræsengen?”
- “Hvordan var dette anderledes end at se på billeder i klassen?”
- “Hvad lærte I om at arbejde som felthold?”

FASE 3: PROCEDURER EFTER FELTARBEJDET

Opbevaring af prøver på skolen

Ved tilbagekomst til skolen:

- Transportér køleboksen direkte til køleskabet
- Opbevar prøverne køligt (4–8 °C) indtil laboratoriebehandling
- Prøverne bør behandles inden for 24 timer for de bedste resultater
- Skyl feltudstyret med ferskvand
- Tør og opbevar prøvetagere og sier

FASE 4: EVALUERING / EVALUERING EFTER FELTARBEJDET

Skriftlig refleksion

1. Beskriv de trin, I fulgte for at indsamle jeres havgræsprøve.

2. Beskriv havgræsengens habitat, hvor I tog prøven (dybde, substrat, tæthed, andre observerede organismer).

3. Hvilken art tror I, at I indsamlede? Hvilke kendetegn fik jer til at tro det?

4. Hvad var den mest udfordrende del af feltprøvetagningen?

5. Hvad var det mest interessante, I lærte eller observerede?

6. Hvordan adskiller arbejdet i felten sig fra at studere havgræs i klasseværelset?

Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan bruge en prøvetager sikkert og korrekt til at indsamle havgræsprøver
- Jeg kan skylle prøver forsigtigt uden at beskadige plantestrukturer
- Jeg kan registrere nøjagtige feltobservationer
- Jeg kan arbejde effektivt som en del af et feltforskningshold
- Jeg kan identificere mindst én havgræsart ud fra planter fra felten
- Jeg kan følge sikkerhedsprotokoller i marine feltmiljøer
- Jeg kan forklare, hvorfor korrekt prøvetagningsteknik er vigtig

Appendiks

FELTSIKKERHED & PÅKLÆDNING

SIKKERHEDSPROTOKOLLER

Generelle sikkerhedsregler:

1. Arbejd altid i hold; gå aldrig væk fra jeres hold
2. Bliv inden for det udpegede sikre prøvetagningsområde, som læreren har markeret
3. Gå ikke i vandet uden lærerens tilladelse, og gå ikke længere ud end til knæhøjde
4. Vær opmærksom på skarpe skaller, sten og glatte overflader
5. Hvis I har brug for hjælp, så ræk hånden op og kald på læreren
6. Bær udstyr forsigtigt; løb ikke med skarpe eller tunge genstande
7. Observer, men rør ikke ved ukendte dyr eller planter

PÅKLÆDNING & ANBEFALET TØJ

Nødvendige ting

- Gummistøvler
- Hurtigtørrende tøj foretrækkes (sportstøj, badetøj)
- Bredskygget hat eller kasket
- Solcreme
- Vandflaske (mærket med elevens navn)

Anbefalede ting:

- Håndklæde
- Et komplet sæt tørt skiftetøj i en taske (til at skifte efter prøvetagning om nødvendigt)

Det skal I IKKE medbringe:

- Værdifulde smykker eller elektronik
- Åbne sko, klipklappere, sandaler
- Tunge bomuldsjeans (meget ubehagelige, når de er våde)
- Store kontantbeløb eller værdigenstande
- Minimér støj og undgå unødvendige bevægelser under aktiviteten, da disse kan forstyrre dyrelivet (f.eks. fugle)
- Efterlad ikke affald på stedet
- Saml og bortskaf alt affald korrekt, før I forlader området

LEKTIONSPLAN 7, 8 & 9. LABORATORIEBEHANDLING & ANALYSE AF HAVGRÆS

VARIGHED: 180 MINUTTER (LABORATORIESESSION)

Denne laboratoriesession kræver en udvidet varighed (3 timer) for at sikre kontinuitet og integritet i måle- og analyseprocedurerne. Da aktiviteterne omfatter sekventielle trin i prøvebehandling og dataanalyse, ville en afbrydelse af sessionen kompromittere læringsprocessen. Derudover arbejder eleverne sammen i grupper, hvilket kræver, at læreren løbende vejleder, overvåger og støtter hver gruppe, og dette øger yderligere den tid, der er nødvendig for en effektiv

LEKTIONSOVERSIGT

Denne laboratorielektion følger feltprøvetagningsaktiviteten og giver eleverne praktisk erfaring med at behandle og analysere havgræsprøver ved hjælp af standardiserede videnskabelige metoder. Eleverne arbejder i hold med deres prøver fra felten og udfører artsidentifikation baseret på morfologiske kendetegn, geografisk udbredelse og habitattype. Derefter foretager eleverne kvantitative målinger, herunder skudtæthed, bladtæthed, måling af bladlængde og bestemmelse af biomasse. Gennem systematisk dataindsamling og beregninger omdanner eleverne rå feltprøver til meningsfulde økologiske data og lærer, hvordan forskere kvantificerer havgræsengenes sundhed og forekomst. Lektionen lægger vægt på præcision, matematisk anvendelse i naturvidenskab og forståelse af forbindelsen mellem individuelle målinger og mønstre på økosystemniveau.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Identificere havgræsarter ved hjælp af karakteristiske morfologiske træk, geografisk udbredelse og habitattype
- Definere centrale mål for havgræs: skudtæthed, bladtæthed, bladlængde, biomasse
- Forklare, hvad skudtæthed (antal skud/m²) kan indikere om engens sundhed
- Forstå, at lange blade med bladskede er voksne blade; kortere blade med kort bladskede eller uden bladskede er intermediære blade, og korte blade uden bladskede er juvenile blade

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Tælle skud nøjagtigt i en kerneprøve
- Klassificere blade som voksne, intermediære eller juvenile
- Måle bladlængde præcist med en lineal (til nærmeste mm)
- Tælle bladar på vertikale jordstængler
- Bestemme våd biomasse ved at tørre plantens overflade og veje den
- Registrere data systematisk i laboratoriedatablade
- Beregne gennemsnit ud fra flere målinger
- Sammenligne deres teams data med klassens data for at identificere mønstre

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvide tålmodighed og præcision under detaljerede målinger
- Værdsætte nøjagtighed og omhyggelig registrering i videnskabeligt arbejde
- Samarbejde effektivt under komplekse procedurer med flere trin
- Erkende, at individuelle målinger bidrager til forståelsen af større mønstre

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Behandle biologiske prøver systematisk ved hjælp af standardiserede protokoller
- Indsamle kvantitative og kvalitative data nøjagtigt

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forstå kvantitative mål for biomassen i havgræsenge
- Genkende variation inden for og mellem havgræsarter
- Værdsætte det videnskabelige grundlag for miljøovervågning

Digitale kompetencer:

- Bruge lommeregner til matematiske omregninger

Sociale og civile kompetencer:

- Arbejde effektivt i laboratorieteams med definerede roller
- Dele ansvar under procedurer med flere trin

NØDVENDIGE MATERIALER

Pr. team (3–4 elever, der arbejder med deres kerneprøve fra feltarbejdet):

- 1 feltindsamlet kerneprøve (opbevaret på køl fra feltturen)
- Lav bakke til behandling af prøven
- Metrisk lineal (30 cm, inddelt i mm)
- Håndlupe eller forstørrelsesglas
- Pincet/tang (til at adskille plantedele)
- Filterpapir eller køkkenrulle til tørring af prøver
- Små mærkede beholdere til adskillelse af plantedele
- Laboratoriedatablad (se appendiks)
- Blyanter/kuglepenne
- Lommeregner

Fælles laboratorieudstyr:

- Digitalvægt (præcision 0,1 g) – 1 pr. 2–3 teams
- Store arbejdsborde
- Affaldsbeholdere til plantemateriale
- Rigeligt med køkkenrulle/absorberende papir
- Bakker til transport af prøver

Valgfrit supplerende materiale:

- Stereomikroskop til detaljeret observation

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: FORBEREDELSE & HENTNING AF PRØVE

Aktivitet: “Fra felt til laboratorium”

- Fordel arbejdspladser til teamene
- Uddel grundmaterialer (bakker, linealer, datablade)
- Sørg for, at hvert team har deres mærkede prøve fra køleskabet
- Teamene henter deres nedkølede kerneprøve
- Åbn posen forsigtigt over dissektionsbakken
- Hæld indholdet (plante + resterende vand) i bakken
- Indledende observationer:
 - Prøvens overordnede tilstand
 - Foreløbige observationer af arter
- Læreren gennemgår sessionens arbejdsgang:

1. Artsidentifikation
2. Optælling af skud og beregning af tæthed
3. Optælling og klassificering af blade
4. Beregning af blad tæthed
5. Optælling af ar på jordstængler (for *Cymodocea nodosa*)
6. Måling af bladlængde
7. Bestemmelse af biomasse

Delt læringsintention: “I dag skal I analysere jeres feltprøver som professionelle havforskere og foretage præcise målinger, der hjælper os med at forstå havgræsengenes forekomst og sundhed.”

FASE 2: ARTSIDENTIFIKATION

Aktivitet: “Hvilke arter fandt vi?”

A. Gennemgang af identifikationskriterier

Læreren minder eleverne om og præciserer, at definitionen er baseret på morfologiske faktorer og kontrolleres ud fra geografisk udbredelse og habitat

1. Morfologiske træk (karakteristiske kendetegn):

- Se artsidentifikationsguiden fra lektionsplan 3: Havgræssets taksonomi og artsidentifikation, Tematisk modul 2: Havgræs er unikke planter

2. Geografisk udbredelse:

- Hvor blev prøven indsamlet?
- Hvilke arter forekommer i regionen? (information i lektionsplan 3: Havgræsenge i Europas kystvande, Tematisk modul 3: Havgræs danner omfattende undervandsenge)

3. Habitattype:

- Marint kystområde? Kystlagune? Tidevandszone? Øvre sublittoralzone?
- Arternes habitatpræferencer:
 - *Cymodocea nodosa*: Hovedsageligt sublittoral, marin kyst, flodmunding, kystlagune
 - *Ruppia maritima*: Brakvand, flodmunding, kystlagune

- *Zostera marina*: Hovedsageligt sublittoral, marin kyst, flodmunding, kystlagune
- *Zostera noltei*: Hovedsageligt tidevandszone, marin kyst, flodmunding, kystlagune

B. Teamets identifikationsproces

Hvert team undersøger deres prøve:

1. Observer morfologiske træk omhyggeligt
 - Brug håndlupe til detaljeret undersøgelse
 - Kontrollér bladbredde, type af bladskede og jordstænglens karakteristika
2. Overvej prøvetagningssted og habitat
3. Brug identifikationsguiden
4. Diskutér som team og nå til enighed
5. Registrér den foreløbige identifikation på databladet

FASE 3: MÅLING AF SKUDTÆTHED

Aktivitet: “Optælling af skud & beregning af tæthed”

Skud: Blade plus jordstængel, horisontal eller vertikal

Procedure:

1. Adskil forsigtigt skuddene i prøven
 - Medtag: skud med levende blade
2. Registrér: Antal skud pr. kerneprøve i databladet

Eksempel:

- Teamet finder skud i deres kerneprøve
- Registrér: skud/kerneprøve

Læreren forklarer omregningen:

Kerneprøvetageren har en diameter på 20 cm og dermed et overfladeareal på **0,0314 m²**. Den tager altså en prøve fra et lille cirkulært område på 0,0314 m². For at estimere skudtætheden pr. kvadratmeter dividerer vi antallet af skud med 0,0314. På den måde opskaleres prøven til at repræsentere 1 m² af engen. Forskere angiver tæthed som **skud pr. kvadratmeter (skud/m²)**.

Omregningsformel: Skudtæthed (skud/m²) = Antal skud i kerneprøven ÷ 0,0314

Klassediskussion:

- “Hvilket team havde den højeste skudtæthed?”
- “Hvilket havde den laveste?”

FASE 4: OPTÆLLING & KLASSIFICERING AF BLADE

Aktivitet: “Analyse af blade – voksne, intermediære og juvenile”

Procedure for hvert team:

1. Vælg 10 skud fra jeres prøve
2. For hvert skud tælles bladene omhyggeligt
3. Registrér antallet for hvert skud i datatabellen
4. Klassificér bladene som voksne, intermediære og juvenile

Vigtig forskel:

Voksne blade: Har en synlig bladskede (den basale del, der omslutter skuddet) og er lange

Intermediære blade: Ingen bladskede eller meget reduceret bladskede, mellemlange

Juvenile blade: ingen bladskede, korte

Læreren demonstrerer med et prøveskud og peger på tilstedeværelse/fravær af bladskede

Teamene undersøger flere skud:

- Bemærk andelen af voksne, intermediære og juvenile blade
- Registrér observationer (f.eks. “De fleste blade er voksne med synlige bladskeder”)

Beregn gennemsnitligt antal blade pr. skud

Matematisk begreb: Gennemsnit

Formel: Gennemsnitligt antal blade/skud = Samlet antal levende blade ÷ Antal skud

Beregn bladtæthed

- **Begreb:** Hvor mange blade er der pr. kvadratmeter i engen?

Formel: Bladtæthed (antal blade/m²) = Skudtæthed (skud/m²) × Gennemsnitligt antal blade pr. skud

Sammenligning i klassen:

- “Hvilken prøve havde flest blade pr. kvadratmeter?”
- “Hvordan hænger bladtæthed sammen med skudtæthed?”

FASE 5: OPTÆLLING AF AR PÅ JORDSTÆNGLER (for Cymodocea nodosa)

Aktivitet: “Læsning af jordstænglens historie”

A. Forståelse af bladar

Lærerens forklaring:

“Når gamle blade falder af, efterlader de mærker, der kaldes ar, på den ortotrope jordstængel. Ved at tælle arrene kan vi estimere, hvor mange blade planten har produceret over tid.”

Centrale punkter:

- Ar findes på ortotrope (vertikale) jordstængler
 - Hvert ar repræsenterer ét blad, der er faldet af
- Læreren demonstrerer identifikation af ar ved hjælp af en prøve.

B. Procedure for optælling af ar

Procedure:

1. Identificér 5 vertikale (ortotrope) jordstængler i i jeres prøve
2. Tæl synlige bladar på hver vertikal jordstængel
3. Registrér antallet for hver jordstængel

D. Beregn gennemsnitligt antal ar

Formel: Gennemsnitligt antal ar = Samlet antal ar ÷ 5 jordstængler

FASE 6: MÅLING AF BLADLÆNGDE

Aktivitet: “Præcisionsmåling”

Demonstration af måleteknik

Læreren demonstrerer korrekt teknik:

1. Ret forsigtigt bladet ud uden at rive det i stykker
2. Mål fra bladpladens basis (hvor den møder bladskeden)
3. Registrér i millimeter (mm)

Tips til måling:

- Læg bladet fladt på hvidt papir for bedre synlighed
- Mål langs bladets midte
- Brug samme startpunkt ved alle målinger

Teamets målinger

Procedure:

1. Vælg 5 skud fra prøven
2. Mål alle levende blade på hvert skud
3. Registrér hver måling i datatabellen

Beregn gennemsnitlig bladlængde

Formel: Gennemsnitlig bladlængde = Summen af alle bladlængder ÷ Samlet antal målte blade

Sammenligning i klassen:

- Lav et histogram på tavlen, der viser fordelingen af gennemsnitlige bladlængder
- Diskutér variation mellem arter og prøver

FASE 7: BESTEMMELSE AF BIOMASSE
Aktivitet: “Vejning – måling af våd biomasse”

Forståelse af biomasse

Lærerens forklaring:

“**Biomasse** er den samlede vægt eller masse af levende organismer i et bestemt område. Den fortæller os om **mængden** af havgræs.”

Hvorfor måler vi biomasse?

- Angiver, hvor meget havgræs der er til stede
- Gør det muligt at sammenligne mellem lokaliteter og over tid

Komponenter, der måles samlet:

Alle blade, alle jordstængler, alle rødder

B. Forberedelse af prøven til vejning

Kritisk trin: Fjernelse af overskydende vand

Procedure:

- 1. Tag prøven op af bakken
- 2. Læg prøven på flere lag filterpapir eller køkkenrulle
- 3. Dup forsigtigt, men grundigt
- 4. Test: Tryk forsigtigt på prøven med et rent stykke køkkenrulle - det bør ikke efterlade et vådt aftryk
- 5. Hvis den stadig er våd, fortsæt med at duppe

Hvorfor dette er vigtigt:

- Vand på plantens overflade tilfører vægt, som ikke stammer fra plantevævet
- Våd biomasse repræsenterer havgræssets vægt direkte efter høst (og rensning), inklusive det naturlige vandindhold

Vejeprocedure

Teamene skiftes til at bruge de fælles digitale vægte:

Procedure:

- 1. Nulstil/tarér vægten med tom beholder
- 2. Læg hele prøven (blade + jordstængler + rødder samlet) i beholderen
- 3. Registrér vægten i gram (med 0,1 g præcision)
- 4. Registrér: Våd biomasse (g/m²)

Beregning af biomassetæthed

Begreb: Omregn kerneprøvens måling til pr. kvadratmeter

Formel: **Våd biomasse (g/m²) = Vådvægt (g/kerneprøve) ÷ 0,0314**

Dette tal repræsenterer forekomst:

- Højere biomasse = mere havgræs
- Lavere biomasse = mere sparsom eng eller mindre planter

Klassediskussion:

- “Hvilke faktorer kan påvirke biomassen?” (Art, årstid, dybde, vandkvalitet, næringsstoffer)

FASE 8: SAMMENSTILLING & ANALYSE AF DATA

Aktivitet: “Hvad fortæller vores tal os?”

Teamets dataoversigt

Hvert team udfylder oversigtsdelen af databladet med alle beregnede værdier:

Oversigtstabel:

Måling	Værdi	Enheder
Identificeret art		
Antal skud pr. kerneprøve		skud
Skudtæthed		skud/m²
Gennemsnitlig antal blade pr. skud		blade/skud
Bladtæthed		blade/m²
Gennemsnitligt antal ar (hvis relevant)		ar/jordstængel
Gennemsnitlig bladlængde		mm
Vågvægt pr. kerneprøve		g
Våd biomasse		g/m²

FASE 9: EVALUERING & REFLEKSION

Vurderingsaktivitet: Laboratorierapport & dataanalyse

A. Individuel afsluttende rapport

Eleverne udfylder individuelt:

Del 1: Artsidentifikation

- 1. 1Hvilken art identificerede jeres team?
- 2. Angiv to typer evidens, der hjalp jer med at identificere arten: _____

Del 2: Målinger & beregninger

- 3. Vores prøve havde _____ skud/kerneprøve, hvilket svarer til _____ skud/m².
- 4. Vores gennemsnitlige antal blade pr. skud var _____, og vores bladtæthed var _____ blade/m².

- 5. Vores vådvægt var _____ g/kerneprøve, hvilket svarer til _____ g/m² biomasse.
- 6. Vis jeres beregning af skudtæthed (skud/m²):

Del 3: Refleksion

- 7. Hvilken måling var mest udfordrende at foretage nøjagtigt? Hvorfor?
- 8. Hvordan hjælper analyse af prøver i laboratoriet forskere med at forstå havgræsenge?

Diskussionsspørgsmål:

- “Hvad overraskede jer ved jeres prøve?”
- “Hvordan bidrager vores individuelle prøver til forståelsen af hele engen?”

EVALUERINGS STRATEGIER

Formativ evaluering (under laboratoriearbejdet):

1. Observationsliste (lærerens løbende observation):

- For hvert team observeres:
- ☐ Identificerer arten korrekt ved hjælp af flere typer evidens
 - ☐ Tæller skud nøjagtigt
 - ☐ Udfører beregninger korrekt (skudtæthed, bladtæthed, biomasse)
 - ☐ Måler bladlængde præcist med korrekt teknik
 - ☐ Skelner mellem voksne og juvenile blade
 - ☐ Håndterer prøverne forsigtigt uden unødigt skade
 - ☐ Registrerer data pænt og fuldstændigt i databladet
 - ☐ Samarbejder med definerede roller
 - ☐ Bruger lommeregner korrekt til omregninger
 - ☐ Stiller afklarende spørgsmål ved usikkerhed

2. Spørgsmål under procedurerne: “Hvordan kan I se, om dette blad er voksent, intermediaært eller juvenilt?”

- “Hvad fortæller høj biomasse os om engen?”

3. Kontrol af beregninger:

- Gå rundt og gennemgå beregninger undervejs
- Identificér almindelige matematiske fejl, som kan gennemgås med hele klassen

- Giv øjeblikkelig feedback på brugen af enheder
- Sørg for korrekt afrunding og betydende cifre
- Observation af teamdynamik:
- Følg fordeling og rotation af roller
- Vurder kvaliteten af kommunikationen i teamene
- Bemærk samarbejdende problemløsning

Summativ evaluering (ved lektionens afslutning):

Evaluering af laboratorierapport:

- Artsidentifikation
- Målinger & beregninger
- Datafortolkning
- Refleksion
- Udfyldt datablad

Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan identificere havgræsarter ved hjælp af morfologi, udbredelse og habitat
- Jeg kan tælle skud og beregne skudtæthed (skud/m²)
- Jeg kan måle bladlængde nøjagtigt til nærmeste millimeter
- Jeg kan beregne gennemsnit ud fra flere målinger
- Jeg kan bestemme vådvægt og omregne til biomasse (g/m²)
- Jeg kan forklare, hvad målinger af tæthed og biomasse fortæller os om engens sundhed

Appendiks SKABELON TIL LABORATORIEDATABLAD

DATABLAD TIL LABORATORIEANALYSE AF HAVGRÆS

Teamnavn: _____ Dato: _____ Teammedlemmer: _____

Prøvetagningssted: _____

Habitattype: ☐ Tidevandszone ☐ Subtidal ☐ Kystlagune ☐ Marint kystområde ☐ Flodmunding

AFSNIT 1: ARTSIDENTIFIKATION

Foreløbig identifikation: _____

Anvendt evidens:

- Morfologiske træk: _____
- Geografisk udbredelse: _____
- Habitattype: _____

Lærerbekræftet art: _____

AFSNIT 2: SKUDTÆTHED

Antal skud pr. kerneprøve: _____ skud

Beregning: Skudtæthed (antal skud/m²) = _____ skud ÷ 0,0314 = _____ skud/m²

AFSNIT 3: OPTÆLLING AF BLADE

Skud	Antal blade
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
I alt	

Beregning: Gennemsnitligt antal blade/skud = Samlet antal blade _____ ÷ Antal skud _____ = _____ blade/skud

Observationer af bladklassificering:

Omtrentlig % voksne blade: _____%

Omtrentlig % intermediære blade: _____%

Omtrentlig % juvenile blade: _____%

AFSNIT 4: BLADTÆTHED

Beregning: Bladtæthed = Skudtæthed _____ skud/m² × Gennemsnitligt antal blade/skud _____ = _____ blade/m²

AFSNIT 5: OPTÆLLING AF AR PÅ JORDSTÆNGLER (for *Cymodocea nodosa*)

Vertikal jordstængel	Antal bladar
1	
2	
3	
4	
5	
I ALT	

Beregning: Gennemsnitligt antal ar = Samlet antal ar _____ ÷ 5 = _____ ar/vertikal jordstængel

AFSNIT 6: MÅLING AF BLADLÆNGDE

Mål alle levende blade på 5 skud:

Skud	Blad 1	Blad 2	Blad 3	Blad 4	Blad 5	Blad 6
1						
2						
3						
4						
5						

Alle målinger i millimeter (mm)

Beregning: Samlet længde af alle målte blade: _____ mm. Antal målte blade: _____
Gennemsnitlig bladlængde = Samlet længde _____ mm ÷ Antal blade _____ = _____ mm

AFSNIT 7: VÅD BIOMASSE

Våd biomasse (hele prøven: blade + jordstængler + rødder):

Målt vægt: _____ g/kerneprøve

Beregning: Våd biomasse (g/m²) = Målt vægt _____ g ÷ 0,0314 = _____ g/m²

AFSNIT 8: OVERSIGTSTABEL

Måling	Værdi	Enheder
Identificeret art		
Antal skud pr. kerneprøve		skud
Skudtæthed		skud/m²
Gennemsnitligt antal blade pr. skud		blade/skud
Bladtæthed		blade/m²
Gennemsnitligt antal ar		ar/jordstængel
Gennemsnitlig bladlængde		mm
Vådvægt pr. kerneprøve		g
Våd biomasse		g/m²

OBSERVATIONER & NOTER:

LEKTIONSPLAN 10, 11 & 12.

POSIDONIA OCEANICA

LABORATORIE

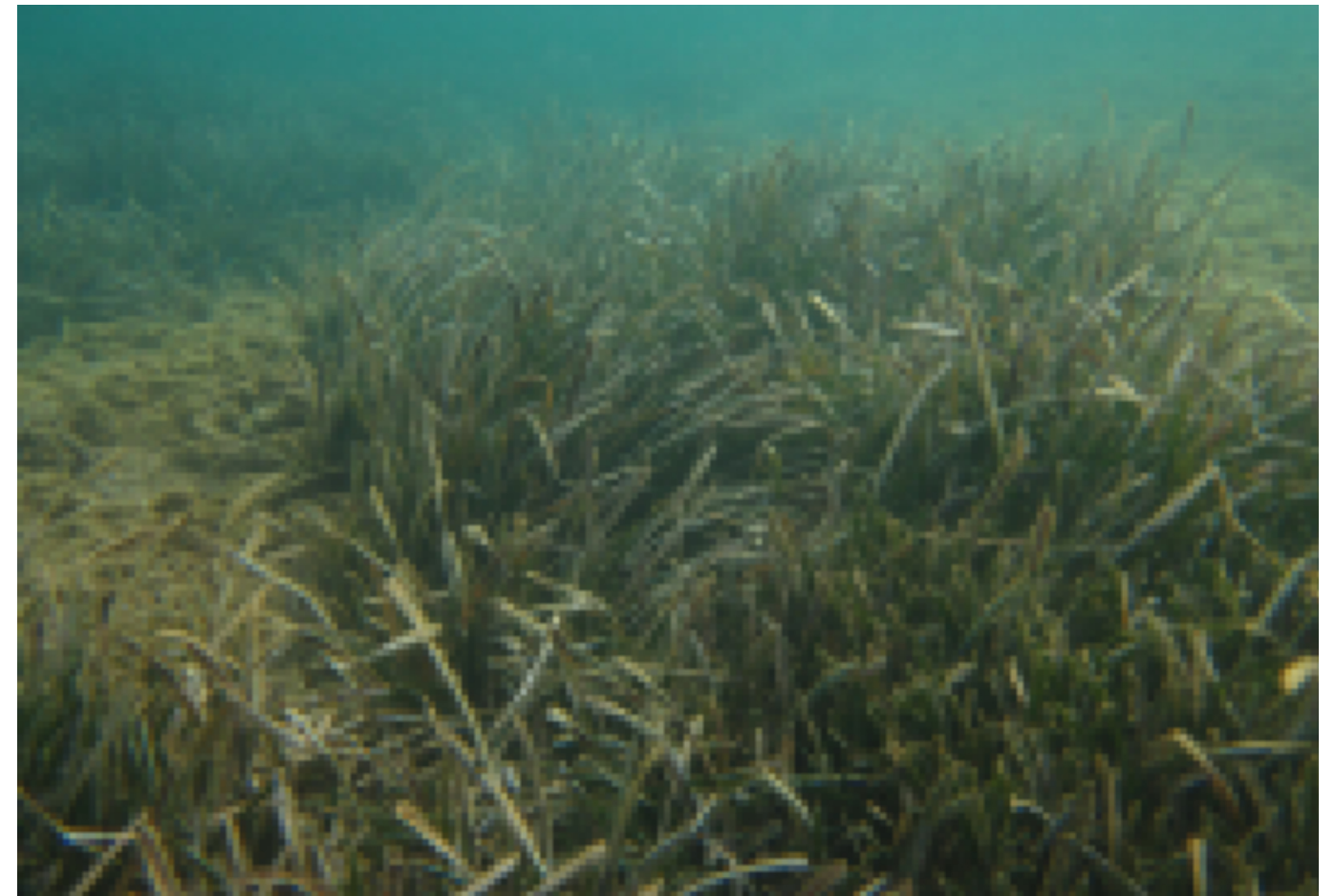
UNDERSØGELSE

VARIGHED: 180 MINUTTER (LABORATORIESESSION)

Denne laboratoriesession kræver en udvidet varighed (3 timer) for at sikre kontinuitet og sammenhæng i måle- og analyseprocedurerne. Da aktiviteterne omfatter sekventielle trin i prøvebehandling og dataanalyse, ville en afbrydelse af sessionen kompromittere læringsprocessen. Derudover arbejder eleverne sammen i grupper, hvilket kræver, at læreren løbende vejleder, overvåger og støtter hver gruppe, og dette øger yderligere den tid, der er nødvendig for en effektiv

LEKTIONSOVERSIGT

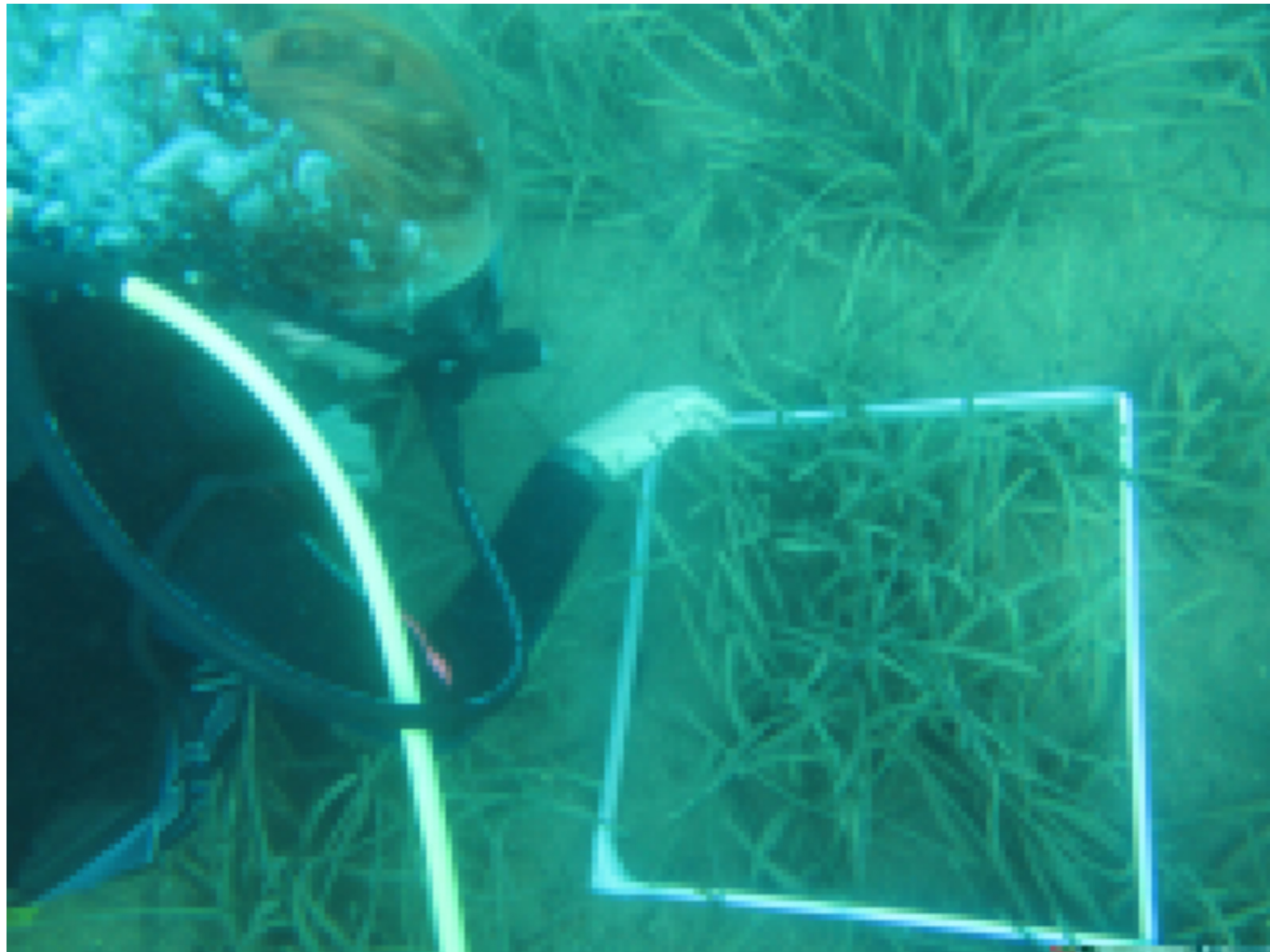
Denne specialiserede laboratoriektion fokuserer på *Posidonia oceanica*, en middelhavshavgræsart, der danner omfattende enge (Fig. 1 og 2). I modsætning til den tidligere lektion om feltprøvetagning kan eleverne ikke selv indsamle *Posidonia oceanica*, fordi arten typisk vokser på dybder, der kræver SCUBA-dykning (Fig. 3). I stedet arbejder eleverne med prøver indsamlet af en certificeret dykker og ser undervandsvideoer af *Posidonia oceanica*-enge. Gennem detaljeret morfologisk undersøgelse måler eleverne bladlængde og -bredde, klassificerer blade efter alder, bestemmer bladenes vådvægt efter aldersklasse, undersøger døde bladskeder (skæl) og observerer bladenes karbundter ved hjælp af forstørrelse.



Figur 1. *Posidonia oceanica*-eng i kystvandene ved Thrakien, det nordlige Ægæiske Hav, Grækenland (foto: Stavros Bachtsevanidis/Theodoros Kevrekidis)



Figur 2. *Posidonia oceanica*-eng i kystvandene ved Thrakien, det nordlige Ægæiske Hav, Grækenland (foto: Stavros Bachtsevanidis/Theodoros Kevrekidis)



Figur 3. Prøvetagning af *Posidonia oceanica* og feltbaseret overvågning for at give information om engens sundhedstilstand; der indsamles data om flere variabler i engen, herunder skudtæthed, blad- og jordstængeldække, biomasse osv. (kystvandene ved Thrakien, det nordlige Ægæiske Hav, Grækenland; foto: Stavros Bachtsevanidis/Paraskevi Malea)

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Genkende *Posidonia oceanica* på dens karakteristiske træk: brede, båndformede blade, brune fibrøse rester af gamle bladskeder (skæl) på jordstænglerne og robust struktur (se lektionsplan 3: Havgræssets taksonomi og artsidentifikation, Tematisk modul 2: Havgræs er unikke planter)
- Klassificere blade i aldersklasser (voksne, intermediære, juvenile)

- Forstå, at døde bladskeder (skæl) på vertikale jordstængler repræsenterer afkastede voksne blade
- Forklare, at cirka 7-8 døde bladskeder svarer til ét års vækst
- Genkende, at sammenligning af antallet af døde bladskeder mellem år viser tendenser i bladproduktionen over tid (indikation af tidligere forhold)
- Identificere karbundter på bladoverflader og i tværsnit af blade
- Forstå, at luftrum (lakuner) i bladene letter transporten af ilt fra blade til jordstængler og rødder

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Tælle blade pr. skud nøjagtigt
- Klassificere blade efter aldersklasse ud fra tilstedeværelsen af bladskede samt bladpladens og bladskedens længde
- Måle bladlængde og -bredde præcist (mm)
- Fjerne og tælle døde bladskeder fra vertikale jordstængler med korrekt teknik
- Beregne gennemsnitsværdier ud fra flere målinger
- Bestemme vådvægt separat for forskellige bladaldersklasser
- Bruge håndlupe og mikroskop til at observere karbundter på bladoverflader
- Observere mikroskopiske tværsnit for at identificere karbundter og luftrum
- Fortolke videodokumentation af undervandsenge
- Sammenligne levende blade med opskyllet materiale (hvis feltbesøg gennemføres)

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Forstå, at forskellige arter kræver forskellige tilgange til prøvetagning og undersøgelse
- Genkende forbindelsen mellem plantestrukturer og tidligere miljøforhold (bioindikatorbegrebet)
- Definere *Posidonia oceanica*s levetid (indikeret af registreringer af døde bladskeder over flere år)

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Behandle specialiserede biologiske prøver systematisk
- Bruge mikroskopi og forstørrelse til detaljeret observation
- Indsamle kvantitative data (optællinger, målinger, vådvægt)
- Beregne gennemsnit og sammenligne data på tværs af bladaldersklasser
- Bruge passende enheder og præcision i målinger
- Dokumentere observationer gennem tegninger og beskrivelser

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forbinde plantens tidligere vækstmønstre med tidligere miljøforhold

Digitale kompetencer:

- Fortolke videodokumentation af undervandsmiljøer

Sociale og civile kompetencer:

- Arbejde effektivt i laboratorieteam med komplekse procedurer
- Kommunikere detaljerede observationer tydeligt
- Værdsætte professionel videnskabelig dykning og forskningskarrierer

NØDVENDIGE MATERIALER

Pr. team (3–4 elever):

- 1 vertikal jordstængel med fastsiddende skud af *Posidonia oceanica* (indsamlet af dykker)
- Metrisk lineal (30 cm, inddelt i mm)
- Håndlupe (forstørrelsesglas, 10× forstørrelse)
- Pincet/tang
- Barberblad (til fjernelse af døde bladskeder) – bruges under lærerens opsyn
- Små mærkede beholdere til adskillelse af bladaldersklasser
- Filterpapir eller køkkenrulle
- Laboratoriedatablad (se appendiks)
- Blyanter/kuglepenne
- Lommeregner
- Gummipipette med vand
- Objektglas
- Dækglas

Fælles laboratorieudstyr:

- Digitalvægt (præcision 0,1 g) – 1 pr. 2–3 teams
- Mikroskop (1 pr. 2–3 teams) til observation af karbundter på bladoverfladen
- Affaldsbeholdere til plantemateriale
- Rigeligt med køkkenrulle

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: INTRODUKTION & VIDEOOBSERVATION

Aktivitet: “Opdag undervandsskoven”

A. Hvorfor vi ikke selv kan indsamle *Posidonia oceanica*

Lærerens forklaring:

“*Posidonia oceanica* vokser typisk på 0,5 til 45 meters dybde – langt dybere, end hvor vi sikkert kan vade eller snorkle.”

Videovisning: *Posidonia oceanica*-enge

<https://www.istockphoto.com/search/2/film?phrase=posidonia%20oceanica>

<https://www.shutterstock.com/el/video/clip-1079476352-close-up-dense-thickets-green-marine-grass-posidonia?trackingId=b75a263e-ac88-413b-a836-bcd3f7a4dc08&listId=searchResults>

Undervandseng

Observationsspørgsmål (læreren guider observationen):

- “Læg mærke til dybden – se på lysniveauerne”
- “Se, hvor tæt engen er”
- “Hvilke organismer ser I leve i engen?”
- “Hvor høje er bladene?”

Diskussion efter videoen

Diskussionsspørgsmål:

- “Hvad overraskede jer ved *Posidonia oceanica*-engen?”
- “Hvordan adskiller den sig fra de lavvandede havgræsenge, vi besøgte?”
- “Hvorfor kan *Posidonia oceanica*-enge være vigtige for fisk og andre dyr?” (habitat, føde, opvækstområde)

B. Introduktion til dagens analyse

Læreren forklarer:

“Fordi vi ikke har kvantitative prøver (et målt areal som med en kerneprøvetager), beregner vi ikke tæthed eller vådvægt på engniveau i dag. I stedet fokuserer vi på:

1. Bladenes karakteristika og aldersklasser
2. Målinger af individuelle skud
3. Døde bladskeder som plantens ‘historiebog’
4. Mikroskopiske strukturer

Delt læringsintention: “I dag skal I undersøge *Posidonia oceanica* i detaljer og lære at aflæse dens væksthistorie ud fra døde bladskeder.”

FASE 2: UNDERSØGELSE AF PRØVE & OPTÆLLING AF BLADE

Indfør alle målinger og beregnede værdier i de relevante tabeller på arbejdsarket

Aktivitet: “Mød jeres *Posidonia oceanica*”

Hvert team modtager:

- 1 ortotrop (vertikal) jordstængel med fastsiddende skud (Fig. 4)
- Hver ortotrop (vertikal) jordstængel skal have synlige døde bladskeder (fibrøse brune skæl)
- Skuddene skal have flere intakte blade



Figur 4. *Posidonia oceanica*-prøve: tolv ortotrope jordstængler

Indledende observationer (teamene diskuterer og registrerer):

- Overordnet størrelse og robusthed
- Bladenes farve (lysegrøn til olivengrøn)
- Tekstur af fibrøse døde bladskeder på jordstænglen
- Antal skud
- Karakteristiske træk, der bemærkes

Læreren går rundt:

- “Hvad lægger I mærke til ved jordstænglens beklædning? Ligner den børsterne på en ‘malerpensel’?”
- “Hvor brede er bladene sammenlignet med andre havgræsser?”
- “Kan I se, hvor gamle blade er faldet af?”

Optælling af blade pr. skud

Procedure:

1. Vælg alle skud fra jeres prøve (typisk 1–2 skud pr. team)
 2. Tæl alle blade i hver kategori for hvert skud
 - intakte
 - afskårne
1. Registrér antallet for hvert skud
 2. Beregn gennemsnitligt antal blade pr. skud

Formel: $\text{Gennemsnitligt antal blade pr. skud} = \frac{\text{Samlet antal blade}}{\text{Antal skud}}$

FASE 3: KLASSIFICERING AF BLADALDER

Indfør alle målinger og beregnede værdier i de relevante tabeller på arbejdsarket

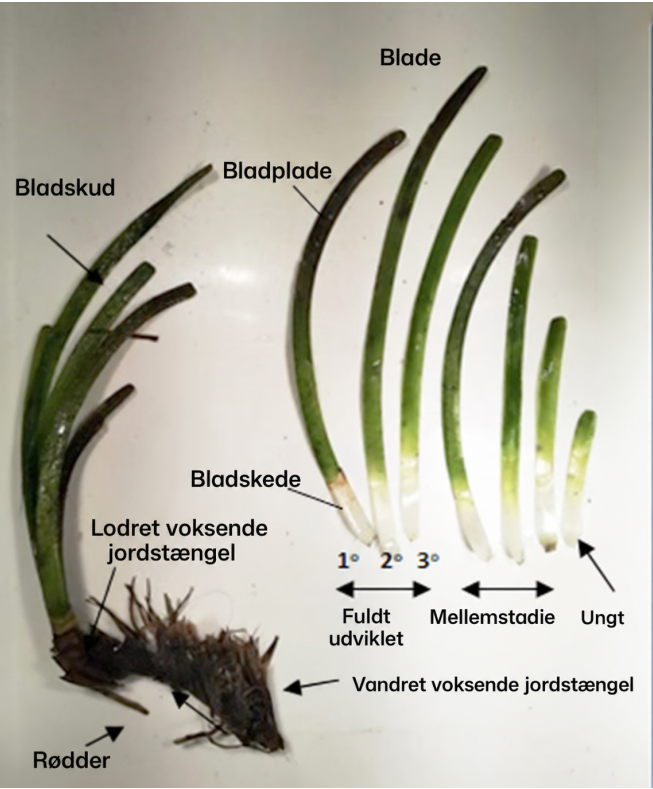
Aktivitet: “Voksne, intermediære eller juvenile blade?”

Kriterier for aldersklassificering

Læreren forklarer med en demonstration:

Ligesom med andre havgræsser kan vi klassificere Posidonia oceanica-blade efter alder ved hjælp af tilstedeværelsen af bladskede og bladlængde (Fig. 5).

- **Voksne blade:** blade med en veludviklet bladskede på >0,5 cm.
- **Intermediære blade:** blade uden bladskede eller med en ikke veludviklet bladskede på <0,5 cm og med en længde på over 5 cm.
- **Juvenile blade:** blade uden bladskede og med en længde <5 cm.



Figur 5. Posidonia oceanica plagiotrop jordstængel, ortotrop jordstængel, rødder, bladskud og blade klassificeret efter alder (fra Kevrekidou et al., 2024. Marine Drugs 22, 130)

Visuel demonstration: Læreren viser et eksempel på et skud.

Teamets klassificering & optælling

- Adskil og tæl bladene efter aldersklasse for hvert skud:
- Beregn andelen

Beregninger:

Procentdel af hver bladkategori = $\left(\frac{\text{antal blade i hver kategori}}{\text{samlet antal blade}} \right) \times 100$

Klassediskussion:

- “Hvor stor en procentdel af bladene i jeres prøve er voksne, intermediære og juvenile?”

FASE 4: BLADMÅLINGER – LÆNGDE & BREDDE

Indfør alle målinger og beregnede værdier i de relevante tabeller på arbejdsarket

Aktivitet: “Præcisionsmåling af Posidonia oceanica-blade”

Gennemgang af måleteknik

Læreren demonstrerer:

Længde:

- Mål fra bladpladens basis (hvor bladskeden slutter) til bladspidsen
- Registrér i millimeter (mm)

Bredde:

- Mål midt på bladpladen
- Registrér i millimeter (mm)
- Posidonia oceanica-blade er typisk 5–12 mm brede

Tips til nøjagtighed:

- Læg forsigtigt bladet fladt på hvidt papir
- Undgå at strække eller presse det sammen
- Mål til nærmeste mm

Teamets måling

Procedure:

Vælg alle skud, og mål alle intakte blade

Beregn gennemsnitlige dimensioner

Beregn separat for hver aldersklasse:

Voksne blade:

- Gennemsnitlig længde af voksne blade = $\frac{\text{summen af alle længder af voksne blade}}{\text{antal voksne blade}}$
- Gennemsnitlig bredde af voksne blade = $\frac{\text{summen af alle bredder af voksne blade}}{\text{antal voksne blade}}$

Gør det samme for de øvrige bladkategorier

Observationer:

- Voksne blade er længere og bredere
- Posidonia oceanica-blade er blandt de største hos havgræsser i Middelhavet

FASE 5: VÅDVÆGT EFTER ALDESKLASSE

Indfør alle målinger og beregnede værdier i de relevante tabeller på arbejdsarket

Aktivitet: “Vejning af blade efter alder”

Forberedelse til måling af vådvægt

Hvorfor måle efter aldersklasse?

-
-

Oversigt over procedure:

- 1. Adskil alle blade efter aldersklasse
- 2. Tør hver gruppe på filterpapir
- 3. Vej hver aldersklasse separat

Oversigt over procedure:

For hvert team:

- 1. Adskil alle blade i tre grupper:
 - Beholder 1: Alle voksne blade
 - Beholder 2: Alle intermediære blade
 - Beholder 3: Alle juvenile blade
- 2. Dup hvert blad separat tørt på filterpapir:
 - Fjern epifytiske alger fra bladets overflade med et barberblad
 - Fjern vand fra bladets overflade
 - Tryk forsigtigt, indtil papiret ikke viser et vådt aftryk
 - Hold bladgrupperne adskilt

Vejning & registrering

Teamene skiftes til at bruge vægten:

Procedure:

- 1. Nulstil/tarér vægten med tom beholder
- 2. Vej alle voksne blade samlet
- 3. Registrér: Vådvægt af voksne blade (g)
- 4. Beregn gennemsnitsvægten af voksne blade pr. skud

Formel: **Gennemsnitsvægt af voksne blade pr. skud = Samlet vægt af voksne blade ÷ Antal skud**

- 5. Gør det samme for intermediære og juvenile blade

Diskussion:

- “Hvilken aldersklasse har den største vådvægt i jeres prøve?”

Bemærk: I modsætning til den foregående lektion omregner vi ikke til g/m², fordi vi ikke har kvantitative arealprøver.

FASE 6: ANALYSE AF DØDE BLADSKEDER (SKÆL) – “Læsning af plantens historie”

Indfør alle målinger og beregnede værdier i de relevante tabeller på arbejdsarket

Aktivitet: “Bladskæl fortæller en historie”

Introduktion til døde bladskeder som indikatorer for fortiden

Læreren forklarer med visuelle hjælpemidler:

Den vertikale jordstængel hos *Posidonia oceanica* er dækket af døde bladskeder (Fig. 6). De fungerer som en historiebog over planten.

Centrale begreber:

- 1. Hvad er døde bladskeder?
 - Når voksne bladplader falder af, bliver deres bladskeder siddende på den vertikale jordstængel
 - De dør og bliver brune/fibrøse
 - De bliver siddende i mange år
- 2. Årlig bladproduktion:
 - *Posidonia oceanica* producerer cirka 7-8 blade om året
 - Derfor: 7-8 døde bladskeder = ét års tidligere vækst

3. Værdi som indikator for fortiden:

- Optælling af døde bladskeder fortæller os om tidligere bladproduktion
- Sammenligning af antallet af døde bladskeder mellem år viser udviklingen over tid:
- Flere bladskeder på et år = øget bladproduktion (gode forhold)
- Færre bladskeder på et år = reduceret bladproduktion (mulig stress, forurening)
- Indikator for tidligere forurening eller miljøændringer

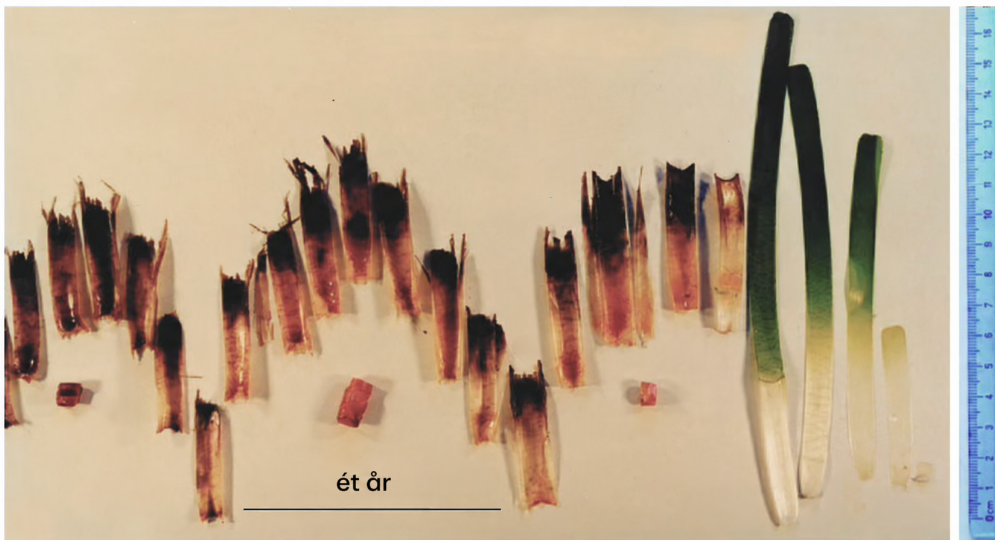


Figur 6. Posidonia oceanica-jordstængler med døde bladskeder og blade (foto: Paraskevi Malea)

Fjernelse & optælling af døde bladskeder

Procedure:

- 1. Vælg én vertikal jordstængel fra jeres prøve
- 2. Start ved basis (den ældste del) af den vertikale jordstængel:
 - Fjern forsigtigt døde bladskeder med et barberblad (de døde bladskeder sidder skiftevis på den ortotrope jordstængel, én til højre og én til venstre)
 - Læg de fjernede døde bladskeder i rækkefølge på køkkenrulle (Fig. 7)
- 3. Tæl døde bladskeder i grupper på 7-8, som repræsenterer år:
 - Gruppe 1 (f.eks. bladskede 1-7): repræsenterer cirka år 1 (ældst)
 - Gruppe 2 (f.eks. bladskede 8-14): repræsenterer cirka år 2
 - Gruppe 3 (f.eks. bladskede 15-21): repræsenterer cirka år 3
 - Fortsæt, indtil alle døde bladskeder er fjernet



Figur 7. Døde bladskeder og blade, der er fjernet fra en vertikal jordstængel af *Posidonia oceanica* og lagt i rækkefølge efter faldende alder fra venstre (ældst) mod højre (foto: H. Amoutzopoulou)

Fortolkning af bladskededata

Analysespørgsmål:

1. “Hvor mange døde bladskeder talte I i alt?”
2. “Hvor mange års vækst repræsenterer dette cirka?”
3. “Hvilke miljøfaktorer kan påvirke bladproduktionen?”
 - turbiditet, lystilgængelighed, næringsstoffer, forurening

Centralt begreb: “Forskere bruger denne teknik til at se tilbage i tiden og undersøge, hvordan planten og miljøet har ændret sig. Det er som at aflæse årringe, men hos havgræs.”

MIKROSKOPISK OBSERVATION – KARBUNDTER & LUFTRUM

Indfør alle målinger og beregnede værdier i de relevante tabeller på arbejdsarket. Lav jeres tegning nederst på arbejdsarket.

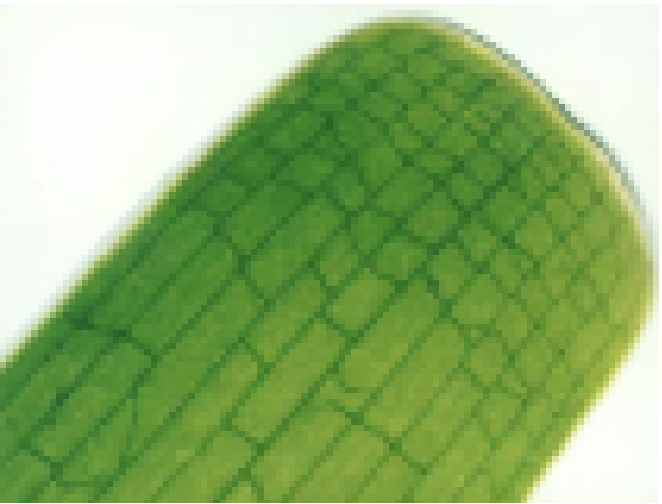
Aktivitet: “Inde i bladet – opdag skjulte strukturer”

Observation af overfladen med håndlupe

Procedure:

1. Vælg én frisk bladplade (voksant eller intermediært blad)
2. Undersøg bladoverfladen med håndlupe (Fig. 8):
 - Se efter parallelle linjer, der løber på langs
 - Det er de parallelle karbundter (bladnerver)
 - Tæl, hvor mange karbundter I kan se
3. Tegn det, I observerer:
 - Enkel skitse af bladets omrids
 - Tegn parallelle linjer, der repræsenterer karbundterne
 - Sæt betegnelsen: “karbundter”

Lærerens forklaring: Karbundter er som motorveje inde i planten, der transporterer næringsstoffer og sukkerstoffer.



Figur 8. Karbundter (bladnerver) ved bladspidsen af *Posidonia oceanica* (foto: H. Amoutzopoulou)

Observation af tværsnit med lysmikroskop

Læreren laver meget fine snit og lægger en dråbe vand på objektglasset, så snittene står oprejst.

Undersøg Fig. 9 omhyggeligt, og find strukturerne nedenfor:

1. Karbundter:

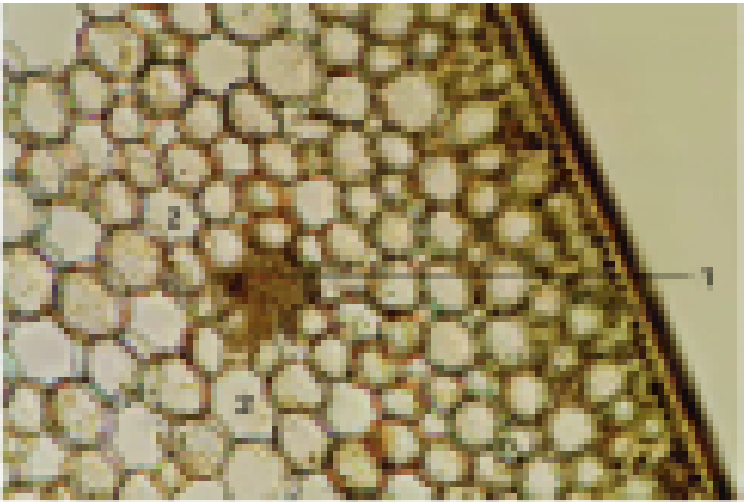
- Ses som små sorte cirkler med regelmæssige mellemrum gennem bladet

2. Luftrum:

- Ses som store, tomme områder med regelmæssige mellemrum gennem bladet
- Funktion: letter transporten af ilt fra bladene til jordstængler og rødder



Figur 9. Tværsnit af *Posidonia oceanica*-blad: 1. karbundt, 2. luftrum (foto: H. Amoutzopoulou)



FASE 8: SAMMENSTILLING AF DATA & REFLEKSION

Indfør alle målinger og beregnede værdier i de relevante tabeller på arbejdsarket

Aktivitet: “Sammenfatning af vores resultater”

Teamets dataoversigt

Hvert team udfylder oversigtstabellen i arbejdsarket.

Refleksionsdiskussion

Spørgsmål:

- “Hvad lærte I om Posidonia oceanica, som overraskede jer?”
- “Hvad betyder det, at vi kan ‘læse’ plantens historie ud fra døde bladskeder?”

FASE 9: EVALUERING

Evalueringsaktivitet: Laboratorierapport om *Posidonia oceanica*

Laboratorierapport

Eleverne udfylder individuelt:

Del 1: Artsgenkendelse

1. Angiv tre karakteristiske træk ved *Posidonia oceanica*:
- b. _____
- c. _____
- d. _____

Del 2: Målinger

2. Vores prøve havde et gennemsnit på _____ blade pr. skud.
3. Voksne blade havde en gennemsnitlig længde på _____ mm og bredde på _____ mm.
4. Vi talte _____ døde bladskeder, som repræsenterer cirka _____ års vækst.

Del 3: Forståelse af døde bladskeder

5. Forklar, hvordan døde bladskeder kan fortælle os om plantens fortid:

Del 4: Mikroskopiske strukturer

6. Hvor mange karbundter observerede I?

7. Hvilken funktion har luftrummene i *Posidonia oceanica*-blade?

EVALUERINGS STRATEGIER

Formativ evaluering (under laboratoriearbejdet):

1. Observationsliste

- ☐ Identificerer korrekt Posidonia oceanicas karakteristiske træk
- ☐ Tæller blade pr. skud nøjagtigt
- ☐ Klassificerer blade korrekt efter alder
- ☐ Måler bladdimensioner præcist
- ☐ Fortolker korrekt antallet af døde bladskeder som år
- ☐ Observerer karbundter med forstørrelse
- ☐ Registrerer data fuldstændigt og nøjagtigt

2. Spørgsmål:

- “Hvordan kan I skelne voksne blade fra juvenile og intermediære blade?”
- “Hvorfor tæller vi bladskeder i grupper på 7-8?”
- “Hvad gør karbundter?”
- “Hvilken fordel giver luftrummene Posidonia oceanica?”

Summativ evaluering:

Rubrik til laboratorierapport

- Artsgenkendelse
- Målinger
- Forståelse af døde bladskeder
- Mikroskopiske strukturer
- Refleksion

Succeskriterier delt med eleverne:

- Jeg kan genkende Posidonia oceanica på dens karakteristiske træk
- Jeg kan klassificere blade efter alder ved hjælp af tilstedeværelsen af bladskede samt bladpladens og bladskedens længde
- Jeg kan måle bladlængde og -bredde nøjagtigt
- Jeg kan fjerne og tælle døde bladskeder fra vertikale jordstængler
- Jeg kan estimere alderen på en ortotrop jordstængel ved at tælle døde bladskeder
- Jeg kan forklare, hvordan døde bladskeder fortæller om tidligere miljøforhold
- Jeg kan identificere karbundter og luftrum ved hjælp af forstørrelse

Appendiks

LABORATORIEANALYSE AF POSIDONIA OCEANICA

Team: _____ Dato: _____ Medlemmer: _____

AFSNIT 1: ANTAL BLADE PR. SKUD

Skud	Antal intakte blade	Antal afskårne blade	I alt
1			
2			
3			

Gennemsnitligt antal blade pr. skud: _____ blade/skud

AFSNIT 2: KLASSIFICERING AF BLADALDER

Skud	Voksne	Intermediære	Juvenile	I alt
1				
2				
3				
I ALT				

Procentdele: Voksne _____% Intermediære _____% Juvenile _____%

AFSNIT 3: BLADMÅLINGER

(Fortsæt for alle målte blade)

Blad	Aldersklasse	Længde (mm)	Bredde (mm)

Gennemsnitlig størrelse, voksne: Længde _____ mm, Bredde _____ mm

Gennemsnitlig størrelse, intermediære: Længde _____ mm, Bredde _____ mm

Gennemsnitlig størrelse, juvenile: Længde _____ mm, Bredde _____ mm

AFSNIT 4: VÅDVÆGT EFTER ALDER

Aldersklasse	Vådvægt (g/skud)
Voksne	
Intermediære	
Juvenile	
I ALT	

AFSNIT 5: DØDE BLADSKEDER

År	Antal bladskeder pr. ortrop jordstængel	Optælling
1	1-8	
2	8-14	
3	15-21	
....		

Samlet antal døde bladskeder: _____

Estimeret alder på ortotrop jordstængel i år: _____

AFSNIT 6: MIKROSKOPI

Antal karbundter: _____

Luftrum observeret: ☐ Ja ☐ Nej

Tegning:

AFSNIT 7. OVERSIGTSTABEL

Måling	Værdi	Enheder/noter
Gennemsnitligt antal blade/ skud		
Procentdel voksne blade/skud		%
Procentdel intermediære blade/ skud		%
Procentdel juvenile blade/skud		%
Gennemsnitlig længde af voksne blade		mm
Gennemsnitlig bredde af voksne blade		mm
Gennemsnitlig længde af intermediære blade		mm
Gennemsnitlig bredde af intermediære blade		mm
Gennemsnitlig længde af juvenile blade		mm
Gennemsnitlig bredde af juvenile blade		mm
Gennemsnitlig vådvægt af voksne blade/skud		g
Gennemsnitlig vådvægt af intermediære blade/skud		g
Gennemsnitlig vådvægt af juvenile blade/skud		g
Gennemsnitlig samlet vådvægt af blade/skud		g
Antal døde bladskeder/ortotrop jordstængel		Bladskeder
Estimeret alder på ortotrop jordstængel		År
Antal karbundter		Karbundter

B4.
TEMATISK MODUL 4:
HAVGRÆS
UNDERSTØTTER

Ana Alexandre
Algarve Centre of Marine Sciences, Portugal

LEKTIONSPLAN 1. HAVGRÆS ER VIGTIGE PRIMÆRPRODUCENTER

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion fokuserer på havgræssets betydning som primærproducent. Primærproducenter er organismer, der omdanner uorganisk kulstof til organisk stof ved hjælp af sollys og frigiver ilt som biprodukt. I denne lektion vil eleven “se” fotosyntese gennem dannelsen af iltbobler på overfladen af havgræsblade, der udsættes for en kraftig lyskilde. Ved at tælle antallet af iltbobler fra blade, der udsættes for forskellige lysintensiteter, vil eleverne også forstå havgræssets særlige lysbehov under vand. Lektionen viser også, hvordan havforurening og den deraf følgende reduktion i lysgennemtrængning kan begrænse havgræssets iltproduktion og påvirke marine organismer. Lektionen skal vise, at havgræs gennem fotosyntese producerer ilt og biomasse, som er afgørende for andre organismers respiration og fødegrundlag og dermed understøtter afhængige fødenet.

Alternativ aktivitet: Hvis det ikke er muligt at indsamle havgræs, kan eleverne efterligne aktiviteten ved hjælp af de printede billeder i Fig. 2.

Interessante fakta: I modsætning til landplanter har havgræs en meget tynd kutikula, som muliggør direkte og effektiv optagelse af kuldioxid (CO₂) og næringsstoffer fra vandsøjlen. De mangler også spalteåbninger (porer) og bruger i stedet hele bladoverfladen som fotosyntetisk væv. Havgræsvæv indeholder specialiserede luftfyldte rum, kaldet lakuner, som letter gasudveksling, lagrer ilt produceret under fotosyntesen og giver opdrift, så bladene holdes oprejst og kan opfange sollys.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Forstå, at ilt er et resultat af fotosyntese.
- Forstå, at havgræs har meget høje lyskrav.
- Genkende betydningen af rent vand for havgræssets primærproduktion og marine organismer/marint liv.

Færdighedsmål

- Skabe forskellige lysmiljøer for havgræs under vand.
- Sammenligne havgræssets primærproduktion ved forskellige lysniveauer.
- Analysere, hvordan forskellige lysmiljøer påvirker fotosyntesen.

Mål for holdninger og værdier

- Udvis evne til observation og opmærksomhed.
- Udvis forståelse for beskyttelse og bevarelse af havgræsenge.
- Udvikle bevidsthed om renheden af kystmiljøer.

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Forstå, at havgræs er en vigtig primærproducent.
- Forstå, at dannelsen af iltbobler er et produkt af fotosyntesen, som kan måles.
- Forstå, at lysmængden påvirker havgræssets fotosyntese.
- Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:
- Genkende havgræs som en vigtig iltproducent i havet.
- Være bevidst om, at havforurening kan påvirke vandets klarhed og havgræssets fotosyntese.
- Være bevidst om betydningen af at bevare sunde havgræsenge for at understøtte marin biodiversitet.

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde i grupper.

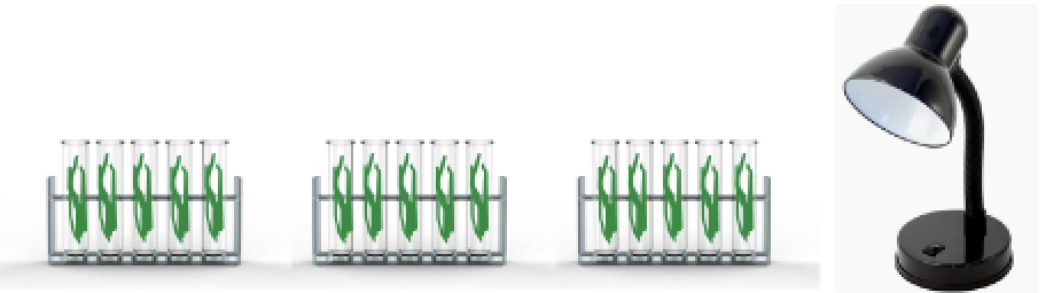
MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

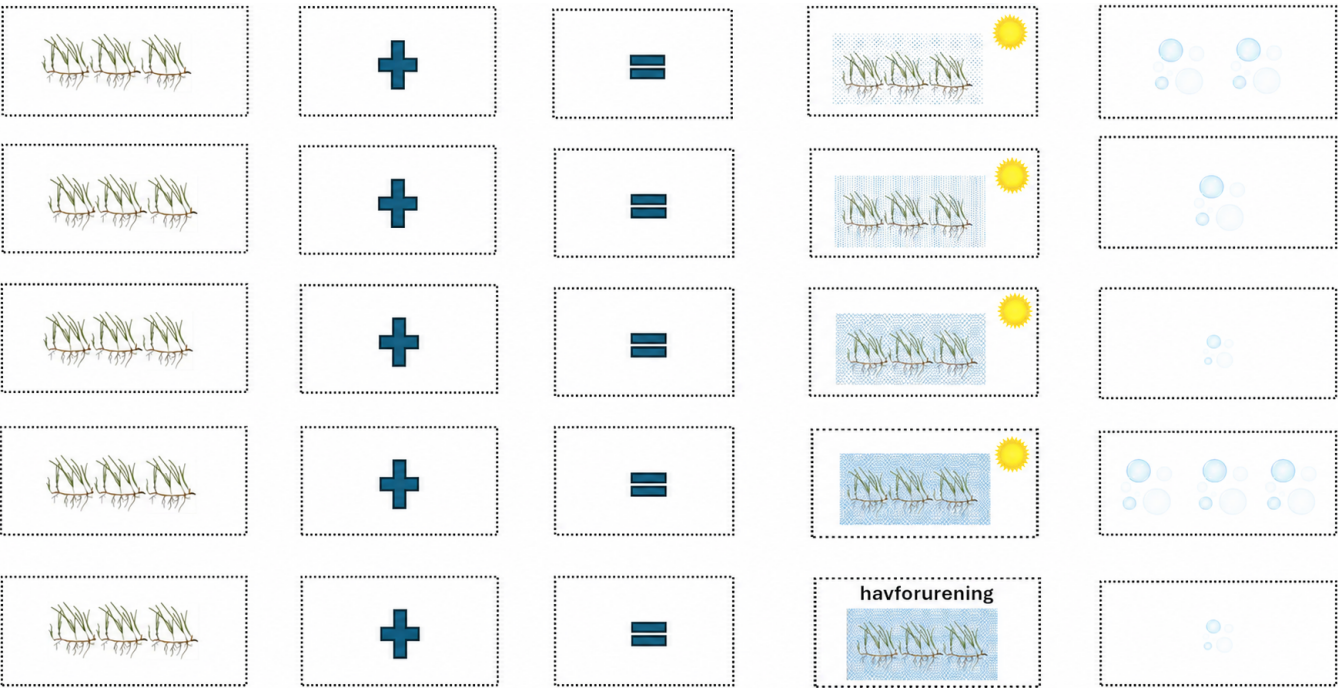
- Havgræsplanter (planter med blade, jordstængler og rødder rensset for sediment)
- Havvand (ca. 2 liter)
- En kraftig, kold lampe som lyskilde
- Reagensglas og stativer
- Saks
- Blyant (til noter)
- Papir (til noter)

Alternativ aktivitet (hvis det ikke er muligt at skaffe havgræsplanter)

- Printede billeder (Fig. 2)
- Saks
- Blyant (til noter)
- Papir (til noter)



Figur 1. Skematisk fremstilling af forskellige lysmiljøer og optælling af bobler (udarbejdet ved hjælp af Wikipedia under Creative Commons-licens).



Figur 2. Printbare billeder til at forbinde lysintensitet med iltproduktion (udarbejdet ved hjælp af freesvg.org).

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Lad os se fotosyntesen!

- Læreren giver en kort introduktion til fotosyntesens principper og lysets betydning for havgræssets fotosyntese.
- Læreren spørger: “Hvilken gas produceres under fotosyntesen, som er livsvigtig for alle organismer?”
- Læreren spørger: “Hvordan påvirker lysmængden havgræssets fotosyntese?”

FASE 2: UDFORSKNING

Forstå lysets betydning for fotosyntesen

- Eleverne bliver fortrolige med havgræsplanterne.
- Eleverne angiver, hvilken plantedel der vil producere iltbobler.
- Eleverne angiver, hvad reagensglassene og lampen repræsenterer i miljøet.

Alternativ aktivitet

- Eleverne bliver fortrolige med de forskellige billeder i Fig. 1.
- Eleverne angiver betydningen af hvert billede.

FASE 3: FORKLARING

Fotosyntese kan ses og måles

Læreren forklarer:

- at boblerne er ilt, der frigives fra havgræsbladene.
- at iltbobler er et produkt af fotosyntesen.
- at reagensglas, der modtager mere lys (dem, der står tættere på lyskilden), producerer flere iltbobler.
- at havgræs har høj fotosyntese (og iltproduktion) ved højere lysintensiteter.
- at havforurening reducerer vandets gennemsigtighed og dermed mængden af lys til fotosyntese.
- at ilt og biomasse produceret af havgræs bruges af andre organismer.

FASE 4: UDBYGNING

Genskab forskellige lysmiljøer for havgræs

- Eleverne fylder reagensglas med havvand og placerer havgræsplanter i dem (Fig. 1).
- Eleverne placerer reagensglassene i forskellige afstande fra en lyskilde (kraftig, kold lampe).
- Eleverne tæller antallet af dannede bobler pr. minut i hvert reagensglas.

Alternativ aktivitet

- Eleverne klipper billederne i Fig. 2 ud.
- Eleverne udfylder ligningerne ved at forbinde lysmængden med antallet af iltbobler, som havgræsset producerer.

FASE 5: EVALUERING

Exit Ticket med digital quiz (kan f.eks. laves i Google Forms)

Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med følgende spørgsmål:

- Hvad er boblerne?
- Er optælling af bobler et mål for iltproduktion?
- Hvorfor er der færre bobler i reagensglas, der står langt fra lyskilden?
- Hvad betyder dette for havgræssets lysbehov til fotosyntese?
- Hvordan påvirker mindre fotosyntese andre organismer?

Lærernoter:

Nogle bobler kan også være CO₂, da havgræs respirerer samtidig med, at det fotosyntetiserer.

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Naturvidenskabelig nøjagtighed og forståelse: Eleverne besvarer spørgsmålene i Exit Ticket korrekt.
- Engagement: Eleverne deler viden mellem grupper.

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

- Selvevaluering: Eleverne angiver, hvad der var det vigtigste, de lærte.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

Del disse med eleverne i slutningen af lektionen:

- ☐ Jeg kan se iltbobler
- ☐ Jeg kan forklare, at havgræs er en vigtig primærproducent
- ☐ Jeg kan forklare, at lys er vigtigt for havgræssets fotosyntese
- ☐ Jeg kan forklare, at rent vand er vigtigt for havgræssets fotosyntese

LEKTIONSPLAN 2.

HAVGRÆS GIVER FØDE

TIL ANDRE ORGANISMER

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion fokuserer på havgræssets betydning som fødekilde for en række dyr, og hvordan dette bidrager til en stor mangfoldighed af liv i havgræsenge. For eksempel understøtter økosystemer med havgræs (*Zostera marina*) komplekse fødenet, som primært drives af epifytiske alger, der vokser på havgræsbladene, og detritus fra nedbrudte blade. Direkte græsning på havgræsblade kan forekomme lejlighedsvis. Primærkonsumenter (planteædere) såsom små fisk (f.eks. unge torsk, multer), snegle, amfipoder og isopoder lever alle af havgræssets epifytter og spiser lejlighedsvis selve havgræsbladene, ligesom gæs gør. Detritusædere såsom krabber, snegle og orme lever af havgræsdetritus.

Sekundærkonsumenter (rovdyr) såsom ål, klippefisk og hejrer lever af små fisk, krabber, rejer og orme. Kødædende pattedyr såsom havodder er toppredatorer og lever af krabber, rejer, snegle, muslinger og små fisk.

Lektionen giver eleverne grundlæggende viden om havgræssets fødenet og de indbyrdes forbundne trofiske niveauer. Gennem øvelsen med at opbygge et fødenet for havgræs og spille et kortspil bliver eleverne fortrolige med begreberne detritus, primær- og sekundærkonsumenter samt toppredatorer, og med hvordan fjernelse af bestemte trofiske niveauer, især havgræs, kan påvirke fødenettet.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Definere begreberne planteæder, epifytter, detritus og fødenet.
- Give eksempler på organismer på hvert trofisk niveau.
- Forstå, hvordan de forskellige trofiske niveauer er indbyrdes forbundne.

Færdighedsmål

- Skabe visuelle fremstillinger af et fødenet i en havgræseng.
- Organisere fødenettet efter “hvem spiser hvad”.
- Analysere virkningerne af at fjerne bestemte trofiske niveauer.

Mål for holdninger og værdier

- Udvikling af kritisk tænkning.
- Udvikling af grafiske og skematiske modeller.
- Social interaktion med klassekammerater.

UDVIKLEDE NØGLEKOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Genkende, at havgræs udgør grundlaget for fødenettet.
- Lære, at størstedelen af havgræssets biomasse indgår i marine fødekæder som detritus.
- Forstå, at mange organismer er afhængige af havgræs som føde.
- Identificere potentielle trusler mod havgræssets fødenet (sammenbrud af fødenettet).

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Genkende havgræssets betydning som leverandør af organisk føde til en række afhængige fødenet.
- Forstå sårbarheden af havgræssets fødenet.

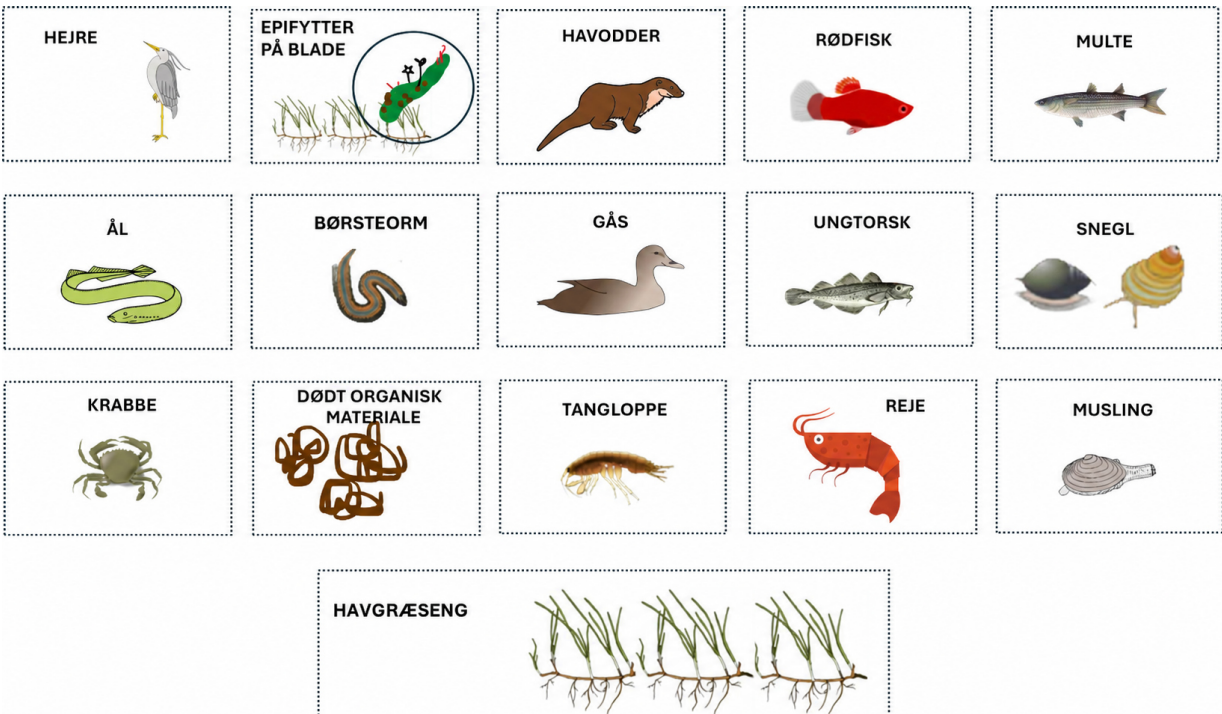
Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde under gruppeaktiviteter.
- Dele observationer og bidrage til fælles forståelse.

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Printede billeder (Fig. 1)
- Printede kort (Fig. 2)
- Saks



Figur 1. Printbare billeder til opbygning af havgræssets fødenet (udarbejdet ved hjælp af freesvg.org).



Figur 2. Printbare kort til spillet (udarbejdet ved hjælp af freesvg.org).

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Hvem spiser hvad?

- Læreren giver en kort introduktion og forklarer de centrale begreber i et fødenet i en havgræseng (detritus, primærproducenter, primær- og sekundærkonsumenter, toppredatorer).
- Læreren giver eksempler på organismer på hvert trofisk niveau ved hjælp af de printbare billeder i Fig. 1.
- Læreren spørger: “Hvilke dyr er planteædere?”
- Læreren spørger: “Hvilke dyr lever af planteædere?”

Lærernoter:

Primærkonsumenter (planteædere) såsom små fisk (f.eks. unge torsk, multer), snegle, amfipoder og isopoder lever alle af havgræssets epifytter, mens direkte indtagelse af havgræsblade forekommer lejlighedsvis, f.eks. hos gæs. Detritusædere såsom krabber, snegle og orme lever af havgræsdetritus. Sekundærkonsumenter (rovdyr) såsom ål, klippefisk og hejrer lever af små fisk, krabber, rejer og orme. Kødædende pattedyr såsom havodder er toppredatorer og lever af krabber, rejer, snegle, muslinger og små fisk.

FASE 2: UDFORSKNING

Lad os se nærmere på en havgræseng!

- Eleverne bliver fortrolige med de forskellige organismer.
- Eleverne angiver, hvilke dyr der lever direkte af havgræs (planteædere eller primærkonsumenter), og hvilke der lever af planteædere (sekundærkonsumenter).
- Eleverne angiver, hvilke dyr der lever af havgræsdetritus (detritusædere).

Lærernoter:

Eksempler på dyr, der lever direkte af havgræs (planteædere eller primærkonsumenter), er gæs, amfipoder, isopoder og små fisk (multer); dyr, der lever af planteædere (sekundærkonsumenter), er større fisk (f.eks. klippefisk, ål) og toppredatorer (havodder); eksempler på detritusædere er krabber, snegle og orme.

FASE 3: FORKLARING

Forstå havgræssets fødenet

Læreren forklarer:

- at havgræs er en direkte fødekilde for planteædere.
- at havgræsdetritus understøtter andre fødenet og produktivitet uden for kysten.
- at havgræssets epifytter er en vigtig fødekilde for primærkonsumenter.
- den indbyrdes afhængighed mellem trofiske niveauer og konsekvenserne af tab af havgræs for fødetilgængeligheden.

FASE 4: UDBYGNING

Lad os bygge et fødenet for havgræs!

Eleverne arbejder i små grupper:

- Klip pilene og billederne af organismer i Fig. 1 ud.
- Lav et fødenet ved hjælp af pilene til at vise, hvordan organismene er forbundet med hinanden, fra producenter (havgræs og havgræssets epifytter) til konsumenter (primær- og sekundærkonsumenter).
- Spil et spil, hvor de fjerner et bestemt trofisk niveau som angivet på hvert kort.
- Omstrukturér den trofiske kæde efter fjernelsen af det bestemte trofiske niveau.

Lærernoter:

Fremhæv, at fjernelse af grundlaget for fødenettet, dvs. fjernelse af havgræs og havgræssets epifytter, påvirker alle trofiske niveauer (primær- og sekundærkonsumenter samt toppredatorer), i modsætning til fjernelse af toppredatorer.

FASE 5: EVALUERING

Exit Ticket med digital quiz (kan f.eks. laves i Google Forms)

Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med fem spørgsmål:

- Hvilke dyr lever af havgræs og havgræssets epifytter?
- Hvilke dyr lever af havgræsdetritus?
- Hvilke dyr lever af andre dyr, der lever i havgræsenge?
- Hvilke dyr er toppredatorer?
- Hvad sker der, hvis vi fjerner havgræsset?

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Naturvidenskabelig nøjagtighed og forståelse: Eleverne besvarer spørgsmålene i Exit Ticket korrekt.
- Engagement: Eleverne deler viden mellem grupper.

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

- Selvevaluering: Eleverne angiver, hvad der var det vigtigste, de lærte.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

☐ Jeg kan opbygge et fødenet for havgræs

☐ Jeg kan genkende betydningen af detritus

☐ Jeg kan identificere organismer på de forskellige trofiske niveauer

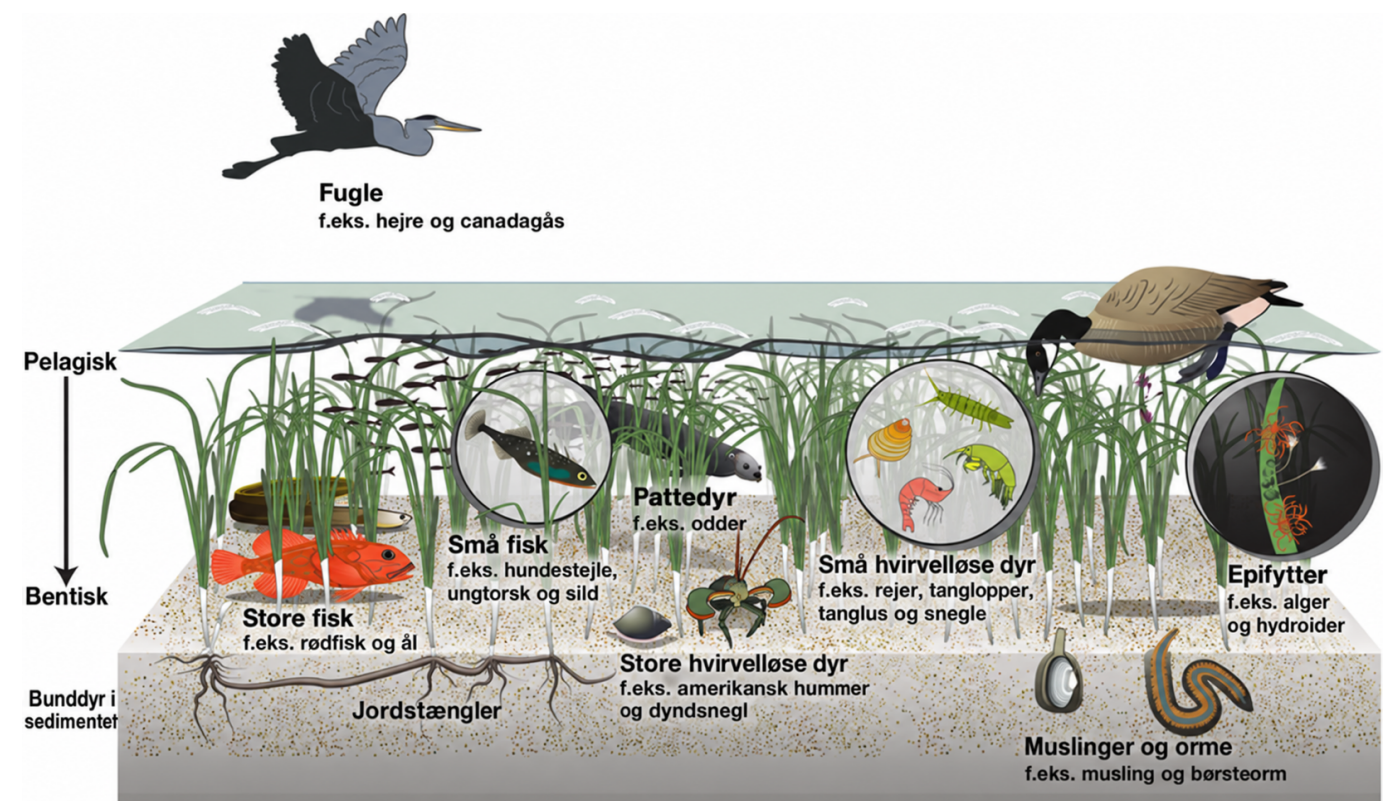
☐ Jeg kan forstå, hvad der sker, hvis havgræsenge fjernes

LEKTIONSPLAN 3. HAVGRÆS GIVER LEVESTEDER TIL ANDRE ORGANISMER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion fokuserer på havgræssets betydning som levested for mange organismer. Mange dyr bruger havgræsenge som levested, skjul og opvækstområde. For eksempel lægger fisk og snegle deres æg på havgræsblade, og unge fisk (f.eks. multer og unge torsk) vokser op i engene, indtil de bliver voksne. Mange arter af bakterier, mikroalger, makroalger og hvirvelløse dyr vokser på levende havgræsblade (epifytter). Engenes sediment er også levested for mange organismer såsom orme og muslinger, hvor de også søger føde og skjul. Permanente beboere er organismer, der bruger havgræsenge til føde og skjul permanent eller i betydelige dele af deres livscyklus, og omfatter unge fisk (f.eks. unge torsk), krebsdyr (f.eks. krabber og rejer) og orme (f.eks. Nereis-orm). Andre dyr bruger kun engen midlertidigt til lejlighedsvis fødesøgning (f.eks. ål, havodder, hejre, gås).

Denne lektion lærer eleverne, hvordan dyr er fordelt i en havgræseng i de forskellige dele: på og nær bunden, inde i sedimentet og på havgræsbladernes overflade. Den viser også, at havgræsenge understøtter en større mangfoldighed af organismer sammenlignet med bare områder. Med udgangspunkt i Fig. 1 bygger eleverne en habitatmodel, der repræsenterer en havgræseng og et bart område, dvs. uden havgræs. I et spil vælger eleverne at være ét dyr fra Fig. 2 og placerer sig på det passende sted i engen efter den del af engen (på og nær bunden, i sedimentet eller på havgræsbladene), hvor dyret lever, som det bruger, og som det er afhængigt af. Eleverne opdager derefter, at havbund uden vegetation rummer færre dyr end havbund med vegetation.



Figur 1. Generaliseret illustration af en havgræseng i en tempereret region med forenklede artssamfund, herunder epifytiske samfund, små mobile hvirvelløse dyr, små pelagiske og bentiske fisk, større bentiske fisk og hvirvelløse dyr, sedimentets infauna samt pattedyr og fugle (modificeret fra Murphy et al., 2021. FACETS 6: 139-179)

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Genkende havgræsengenes mange funktioner (levested, skjul og opvækstområde).
- Forstå organismers fordeling i forhold til det levested, de lever i, bruger og er afhængige af.
- Identificere permanente og midlertidige beboere i engen.

Færdighedsmål

- Skabe visuelle fremstillinger af en havgræseng og et bart område.
- Placere organismer i hver model.
- Vurdere virkningerne af at fjerne havgræsenge.

Mål for holdninger og værdier

- Udvikling af kritisk tænkning.
- Udvikling af grafiske og skematiske modeller.
- Social interaktion med klassekammerater.

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Forstå, at havgræsenge er afgørende for mange dyr.
- Genkende de forskellige dele af havgræsenge (på og nær bunden, i sedimentet og på havgræsbladene).
- Identificere centrale arter i de forskellige dele.

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Være bevidst om havgræsengenes betydning for biodiversiteten.
- Være bevidst om, at mange dyr er afhængige af havgræsenge.

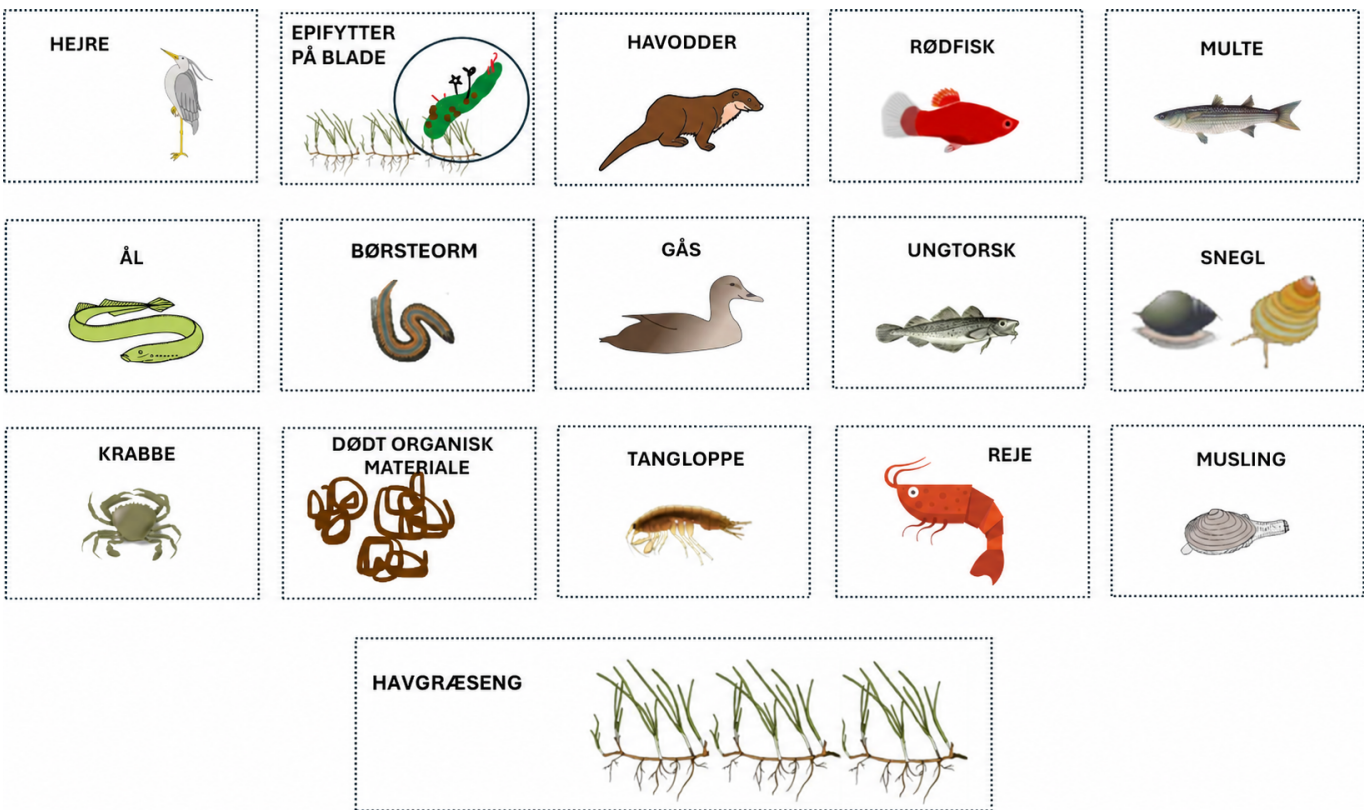
Sociale og civile kompetencer:

- Udvide omtanke for betydningen af at bevare sunde havgræsenge.
- Deltage i fælles miljøaktiviteter (f.eks. oprydning, observation).

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Printede billeder af de forskellige dyr i Fig. 2 (A4-størrelse)
- Saks
- Farvet tape



Figur 2. Printbare billeder af dyr, der bruger havgræsenge (udarbejdet ved hjælp af freesvg.org).

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Lad os udforske en havgræseng!

Læreren introducerer emnet, viser Fig. 1 og:

- Beskriver havgræsengens tre dele.
- Illustrerer mangfoldigheden og forekomsten af organismer i havgræsenge.
- Giver eksempler på dyr og deres placering i engen.
- Forklarer, hvor afgørende en havgræseng er for de fleste dyr.

Lærernoter:

Det anbefales, at lærere viser eleverne relevante fotografier og videoer for at vække deres interesse. Relevante billeder, der viser mangfoldigheden af organismer i havgræsenge, kan findes på hjemmesiden Ocean Image Bank (<https://oceanimagebank.theoceanagency.org/>), ved at indtaste ordet "seagrass" i søgefeltet. En fantastisk video om emnet kan findes på YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=KcyUgj30vL8>.

FASE 2: UDFORSKNING

Lad os se nærmere på et havgræshabitat!

- Eleverne bliver fortrolige med organismerne i tempererede havgræshabitater (Fig. 1).
- Læreren spørger: "Hvilke dyr bruger havgræsengen som skjul?"
- Læreren spørger: "Hvilke dyr bruger havgræsengen som opvækstområde?"

FASE 3: FORKLARING

Forstå betydningen af havgræshabitater

Læreren forklarer:

- at nogle dyr er afhængige af havgræs-bunden (f.eks. muslinger, orme).
- at nogle organismer er afhængige af havgræsbladene (f.eks. epifytter).
- at dyr bruger havgræsenge til forskellige formål (levested, føde og skjul).
- at klasespillet skal sammenligne artsdiversiteten mellem en havgræseng og en bar havbund.

Eleverne får mulighed for spørgsmål og diskussion.

FASE 4: UDBYGNING

Lad os bygge en habitatmodel af en havgræseng!

Eleverne arbejder i små grupper:

- Klipper billederne af organismer i Fig. 2 ud og hænger dem om halsen eller på tøjet.
- Afgrænser to kvadratiske områder på klassegulvet (f.eks. 2 m × 2 m) med farvet tape, hvor det ene repræsenterer en havgræseng og det andet et bart område.
- Spiller et spil, hvor nogle elever, der repræsenterer havgræsplanter, placerer sig i havgræsengens kvadrat.
- Bygger en model, hvor elever, der repræsenterer et dyr, placerer sig i den passende del af engen og i det bare område.

Lærernoter:

Nogle organismer (elever) kan måske ikke finde en plads i det bare område; dette skal vise havgræsengenes betydning som levested, fødekilde og skjul sammenlignet med områder uden vegetation. Læreren bør gøre opmærksom på det mindre antal organismer (elever) i det bare område sammenlignet med havgræsengens område.

FASE 5: EVALUERING

Præsentation for lokalsamfundet

Hver elevgruppe skal forberede en kort præsentation for lokalsamfundet om havgræs som levested for mange arter, hvor de:

- Bruger de printede billeder af dyr.
- Forklarer de forskellige funktioner, havgræsenge tilbyder organismer.
- Deler anbefalinger til bevarelse af havgræsenge med publikum.

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Engagement: Elevernes interesse og opmærksomhed vurderes ud fra antallet af spørgsmål og deres entusiasme.
- Naturvidenskabelig nøjagtighed og forståelse: Eleverne besvarer lærerens spørgsmål korrekt.

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

Evaluering af præsentationen:

- Forklarer korrekt de forskellige funktioner i et havgræshabitat.
- Observerer korrekt, at havgræsenge har større diversitet end bare områder.
- Formidler korrekt behovet for at bevare sunde havgræsenge.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

- ☐ Jeg kan bygge en habitatmodel af en havgræseng
- ☐ Jeg kan identificere de forskellige dele
- ☐ Jeg kan give eksempler på dyr, der bruger hver del
- ☐ Jeg kan forstå havgræsengenes betydning for biodiversiteten

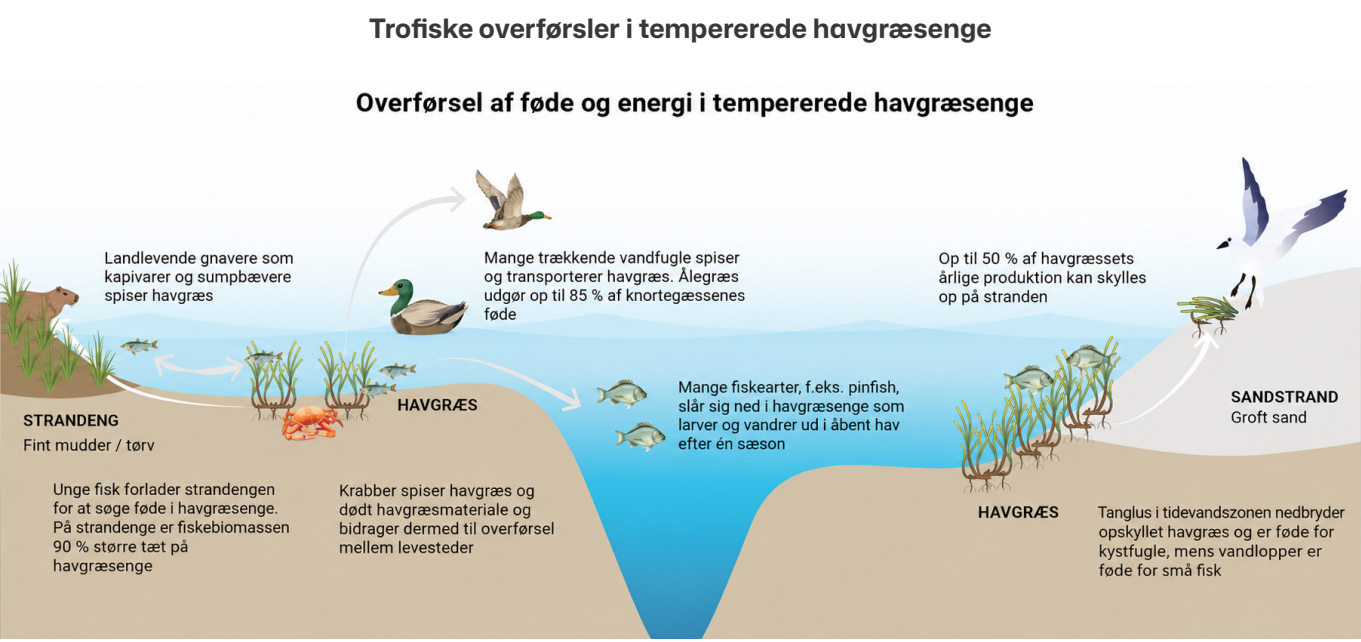
LEKTIONSPLAN 4.
TROFISKE
INTERAKTIONER MED
ANDRE MARINE
ØKOSYSTEMER
VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion fokuserer på samspillet mellem havgræshabitater og andre nærliggende og fjerntliggende kystmiljøer såsom koralrev, mangrover, saltmarsker, mudderflader og østersrev. Lektionen giver eleverne forståelse for, at havgræsenge i betydelig grad understøtter tilstødende marine habitater såsom koralrev og mangrover. Lektionen fokuserer specifikt på, at havgræsenge eksporterer partikulært organisk materiale fra plante- og dyrebiomasse som detritus. Dette aflejres i dybhavet samt i kystnære og indre områder og giver levested og

føde til hvirvelløse konsumenter. Eleverne lærer også, at døde dele af havgræs (f.eks. døde blade), der ophobes på kysten, bidrager til kystbeskyttelse mod erosion.

I denne lektion udvikler eleverne en historie med dialoger mellem figurer efter eget valg, som interagerer på en måde, der gengiver forbindelserne mellem en havgræseng og de omkringliggende områder.



Figur 1. Konceptuelt diagram, der illustrerer trofiske overførsler fra havgræsenge og forbindelser mellem havgræsenge samt marine og terrestriske habitater i tempererede regioner (modificeret fra Heck et al. 2008. Ecosystems 11: 1198–1210)

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Forstå forbindelser mellem habitater.
- Identificere de vigtigste nærliggende habitater, som havgræsenge interagerer med.
- Analysere specifikke relationer mellem havgræsenge og nærliggende marine habitater.

Færdighedsmål

- Kreativitet og kritisk tænkning.
- Social-emotionelle færdigheder.
- Hukommelse og opmærksomhed.

Mål for holdninger og værdier

- Udvikling af evnen til historiefortælling.
- Udvikling af følelsesmæssig empati for havgræshabitater.

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Genkende relationer mellem havgræsenge og tilstødende habitater.
- Udvikle naturvidenskabeligt ordforråd.
- Fortolke information for at skabe velunderbyggede budskaber.

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forstå forbindelser mellem habitater.
- Genkende havgræsengenes betydning for andre habitater.

Sociale og civile kompetencer:

- Dele historien på skolen som vægpaneler.
- Bidrage til fælles forståelse.

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Printede kort (Fig. 2)
- Saks
- Papir
- Pen/blyant



Figur 2. Printbare kort med historiens figurer (udarbejdet ved hjælp af freesvg.org og Wikipedia under Creative Commons-licens).

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Sådan fortæller man en historie

Læreren viser Fig. 1, introducerer emnet og:

- Giver detaljer om historiens figurer, deres funktion og hvordan de interagerer.
- Giver retningslinjer for at skabe dialoger mellem de forskellige figurer.
- Spørger: “Hvad tror I, gåsen vil sige til havgræsengen, hvis de mødes og taler sammen?”
- Spørger: “Hvad tror I, de løsrevne og nedbrudte havgræsblade (detritus) vil sige til sandstranden, hvis de mødes og taler sammen?”

FASE 2: UDFORSKNING

- Eleverne bliver fortrolige med de forskellige organismer/figurer i havgræsenge og nærliggende habitater.
- Eleverne får mulighed for spørgsmål og diskussion.
- Eleverne vælger de figurer, de vil repræsentere.

FASE 3: FORKLARING

Læreren forklarer:

- at dialogerne skal fokusere på, hvilke funktioner figurerne kan tilbyde hinanden.

Lærernoter:

Et eksempel på dialog kan være: “Hej! Jeg er en trækfugl! Vidste du, at jeg spiser havgræsblade, mens jeg er i engen?”

FASE 4: UDBYGNING

Skriv en fortælling om havgræs!

Eleverne arbejder i små grupper:

- Overvejer deres valgte figur og mulige dialoger.
- Diskuterer den historie, de vil skrive.
- Skriver dialogerne på papir.

FASE 5: EVALUERING

Historiefortælling

Hver elevgruppe skal præsentere deres historie i klassen. Der kan opføres et kort skuespil.

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Naturvidenskabelig nøjagtighed og forståelse: Eleverne har forstået begreberne korrekt.
- Engagement: Eleverne kunne overføre naturvidenskabelig ræsonnering til sociale redskaber.

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

- Selvevaluering: Eleverne angiver, hvad der var det vigtigste, de lærte.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

Del disse med eleverne i slutningen af lektionen:

- Jeg kan forstå, at havgræsenge er forbundet med tilstødende habitater
- Jeg kan forstå, at løsrevne havgræsblade aflejres på kyster og forebygger erosion
- Jeg kan forstå, at havgræsenge giver føde til organismer i nærliggende eller fjerntliggende habitater
- Jeg kan skabe en historie, der forklarer, hvordan de forskellige organismer og habitater er forbundet
- Jeg kan være en social aktør for viden om

B5.

TEMATISK MODUL 5: HAVGRÆS STABILISERER HAVBUNDEN, FORBEDRER

Ana Alexandre

Algarve Centre of Marine Sciences, Portugal

LEKTIONSPLAN 1. HAVGRÆSENGE STABILISERER SEDIMENT

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion fokuserer på havgræsengenes betydning for stabilisering af sediment ved at vise, hvordan havgræssets fysiske struktur dæmper bølge- og tidevandsenergi og dermed reducerer erosion og turbiditet i vandsøjlen. Eleverne lærer, hvordan havgræssets blade, rødder og jordstængler, illustreret i Fig. 1, spiller en central rolle i at binde sediment, tilbageholde suspenderede partikler og fremme aflejring.

Ved at bygge to hydrodynamiske modeller, én der repræsenterer en havgræseng og én der repræsenterer en bar havbund (Fig. 2), og bruge farvestof (eller finkornet sand) som erstatning for suspenderet sediment, vil eleverne kunne se en tæt engs evne til at tilbageholde farvestofpartiklerne (eller det finkornede sand) sammenlignet med en spredt eng eller en bar havbund.

Alternativ aktivitet:

Eleverne repræsenterer selv partiklerne og går i en lige linje gennem et stort område i klasselokalet uden forhindringer (simulerer et bart område), med spredte forhindringer (simulerer en fragmenteret eng) eller med forhindringer tæt på hinanden (simulerer en tæt eng). Eleverne skal stoppe, når de møder forhindringerne. Målet er at vise, at tætte havgræsenge opfanger flere partikler end fragmenterede enge eller områder uden vegetation.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Identificere havgræssets forskellige fysiske strukturer: blade, jordstængler og rødder.
- Forstå disse strukturers rolle i at binde sediment.
- Knytte sedimentstabilisering til vandets klarhed og kystbeskyttelse.

Færdighedsmål

- Bygge visuelle dynamiske modeller.
- Vurdere forsøgsresultater.
- Overføre feltscenarier til klasseværelset.
- Dele opfattelser gennem social interaktion.

Mål for holdninger og værdier

- Værdsætte havgræsenge som en naturbaseret løsning til kystbeskyttelse.

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Genkende havgræsenge som stabiliserende for sediment.
- Forstå processen, hvor havgræsenge tilbageholder partikler.
- Sammenligne tilstedeværelse/fravær af havgræsenge med hensyn til sedimentfangst og stabilisering.
- Identificere fordelene ved tætte frem for spredte havgræsenge for sedimentfangst (alternativ aktivitet).

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Være bevidst om havgræsengenes rolle for vandets klarhed og kystbeskyttelse.
- Være bevidst om betydningen af tætte versus fragmenterede havgræsenge (alternativ aktivitet).

Sociale og civile kompetencer:

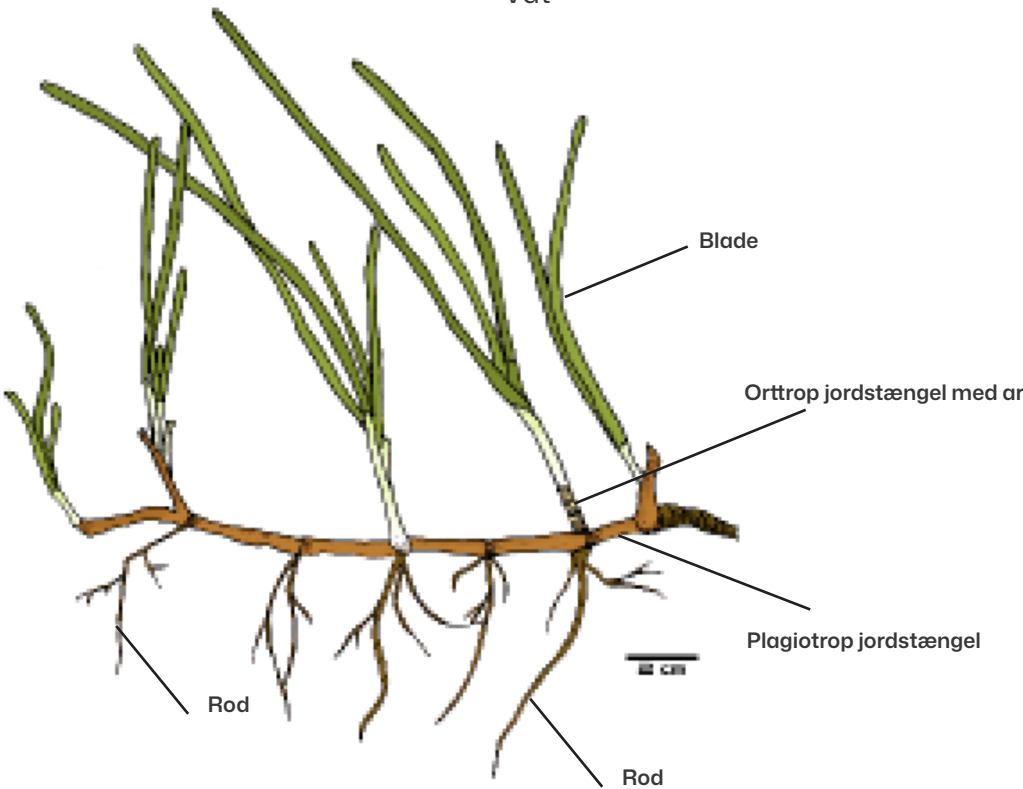
- Bidrage til fælles miljømæssig forståelse.
- Social interaktion.

MATERIALER OG RESSOURCER

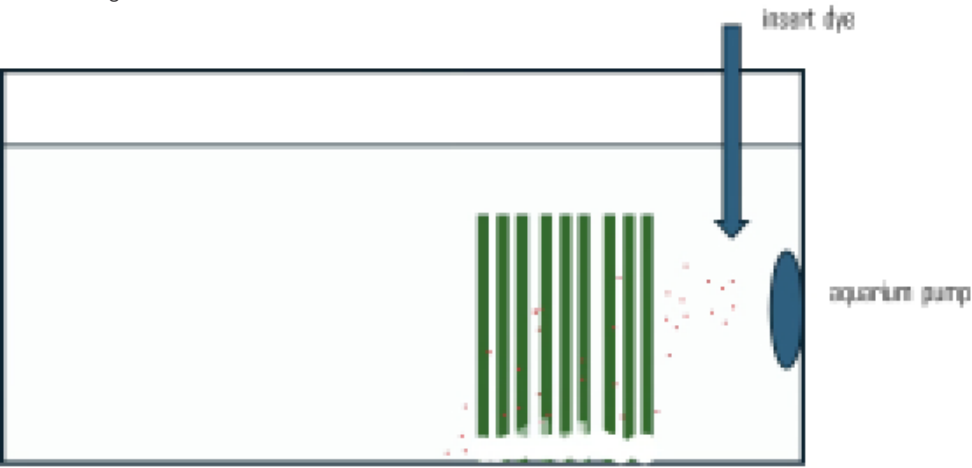
Nødvendige materialer

- Printede billeder af havgræssets fysiske strukturer (Fig. 1)
- Akvarier (gennemsigtigt glas eller plast)
- Havvand/postevand
- Vandpumper

- Flydende farvestof (eller finkornet sand)
- Kraftigt grønt vandfast papir
- Saks
- Fleksibel metaltråd
- Vat



Figur 1. Skematisk fremstilling af de grundlæggende fysiske strukturer hos en havgræsart (blade, rødder og jordstængler), der medvirker til sedimentstabilisering.



Figur 2. Illustration af en hydrodynamisk model: akvarium med havvand, grønt vandfast papir fastgjort til et metalgitter dækket med vat, der simulerer en havgræseng, med den præcise placering af vandpumpen og tilsætningen af farvestof (eller finkornet sand).

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Lad os forstå, hvordan partikler tilbageholdes!

Læreren introducerer emnet og:

- viser billeder af de forskellige strukturer hos en havgræsplante (Fig. 1).
- forklarer, hvordan de forskellige plantedele bidrager til sedimentfangst, dæmpning af bølger og sedimentaflejring.
- beskriver de hydrodynamiske modeller og angiver, hvad hver del repræsenterer (Fig. 2).

Lærernoter:

Havgræsblade reducerer vandbevægelsen og tilbageholder partikler inde i bladdækket; det komplekse netværk af rødder og jordstængler i sedimentet øger tilbageholdelsen af sedimentpartikler; i modellen simulerer vandpumpen bølgebevægelse og energi; metalgitrene dækket med vat repræsenterer sediment, hvor havgræsset fæstner sig, og som tilbageholder partikler; det grønne vandfaste papir simulerer havgræsblade, og farvestoffet (eller finkornet sand) repræsenterer suspenderede sedimentpartikler.

FASE 2: UDFORSKNING

Lad os bygge hydrodynamiske modeller!

1. Hydrodynamisk model med havgræs (Fig. 2)

Eleverne arbejder i grupper:

- bygger metalgitrene med fleksibel metaltråd (1 cm × 1 cm).
- klipper det grønne vandfaste papir i bladlignende former.
- fastgør det grønne papir til hvert felt i gitteret.
- placerer strukturerne i akvariet.
- dækker metalgitteret med et tykt lag vat.
- placerer vandpumpen ved akvariets sidevæg.
- fylder akvariet med vand.

2. Hydrodynamisk model med bar havbund

Eleverne arbejder i grupper:

- placerer vandpumpen i et akvarium dækket med vat og fyldt med vand.
- Læreren fører tilsyn og hjælper efter behov.

FASE 3: FORKLARING

Havgræsenge gør en forskel!

Eleverne hælder farvestoffet (eller det finkornede sand) i de to akvarier og observerer partiklernes bevægelse.

Læreren forklarer:

- at tilstedeværelsen af havgræs dæmper bølgeenergien.
- at dæmpning af bølgeenergi fører til, at partikler bundfældes.
- at rødder og jordstængler under jorden fastholder de tilbageholdte partikler.
- at bundfældning og fastholdelse af partikler fører til klarere vand omkring engen.

Lærernoter: Vandpumpen skal køre ved lav hastighed.

FASE 4: UDBYGNING

Videnstest

Eleverne gennemfører en sandt/falsk-test med følgende spørgsmål:

- Havgræsblade bidrager til at tilbageholde partikler (sandt/falsk)
- Havgræssets bladdække forhindrer resuspension af partikler (sandt/falsk)
- Sedimentfangst gør havvandet mindre gennemsigtigt (sandt/falsk)
- Havgræsenge nær kysten reducerer bølgeenergi og beskytter kystlinjer (sandt/falsk)
- Havgræsenge reducerer vandhastigheden (sandt/falsk)
- Sedimentpartikler bevæger sig hurtigere i tætte havgræsenge (sandt/falsk)

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Engagement: Elevernes interesse og opmærksomhed under aktiviteterne.

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

Evaluering af videnstesten:

- Naturvidenskabelig forståelse: Eleverne besvarer videnstesten korrekt.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

○ Jeg kan forklare, at havgræsblade, rødder og jordstængler er vigtige for at tilbageholde partikler

○ Jeg kan forklare, at havgræsenge dæmper bølgeenergi og reducerer erosion

○ Jeg kan forklare, at havgræsblade forhindrer resuspension af sediment og forbedrer vandets klarhed

○ Jeg kan forklare, at tætte havgræsenge tilbageholder flere partikler end fragmenterede enge eller områder uden vegetation (alternativ aktivitet)

LEKTIONSPLAN 2. HAVGRÆS FILTRERER NÆRINGSSTOFFER

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Næringsstofkredsløb er naturlige processer, hvor essentielle grundstoffer bevæger sig mellem de biotiske og abiotiske dele af et økosystem og holder essentielle grundstoffer tilgængelige for planter og andre organismer. Havgræs optager næringsstoffer fra vandet gennem bladene og fra sedimentet gennem rødderne til eget behov. De frigives langsomt tilbage til miljøet gennem nedbrydning og konsum. I næringsfattige områder bidrager havgræsplanterne selv til næringsstofkredsløbet ved at optage næringsstoffer fra sedimentet og frigive dem til vandet gennem bladene, hvorved de fungerer som en næringsstofpumpe. Havgræs understøtter dermed økosystemets samlede produktivitet. Havgræs fungerer også som filter for næringsstoffer, der kommer ind i kystmiljøet, og forbedrer dermed vandkvaliteten. Havgræs og dets epifytter optager hurtigt overskydende kvælstof og fosfor fra vandsøjlen, som er centrale bestanddele af afstrømning fra landbrug, byområder og industri. Når næringsstofferne først er fjernet fra vandsøjlen, kan de kun frigives langsomt gennem nedbrydning og konsum. På

denne måde kan havgræs reducere problemer med eutrofiering.

Denne lektion fokuserer på havgræssets betydning som næringsstoffilter. Ved at lære, at havgræs og dets epifytter er meget effektive til at optage næringsstoffer, viser lektionen havgræssets afgørende funktion som filter for næringsstoffer, der forbedrer vandkvalitet samt økosystemets sundhed og balance. Lektionen viser også, at havgræs kan reducere eutrofiering, dvs. en tilstand med overdreven algevækst forårsaget af høje næringsstofniveauer.

I lektionen skal eleverne forestille sig et scenarie med et spildevandsrensningsanlæg, der som følge af sin drift udleder næringsstoffer i et kystområde. Med havgræsengenes grundlæggende rolle som næringsstoffiltre i tankerne skal eleverne rangordne de handlinger, som spildevandsrensningsanlægget kan iværksætte som kompensationsforanstaltninger for at minimere sin miljøpåvirkning. Eleverne skal forklare deres rangordning.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Forstå, at havgræs fungerer som næringsstoffilter ved at optage overskydende næringsstoffer.
- Genkende havgræssets rolle i at forebygge eller reducere eutrofieringsprocesser.
- Analysere sammenhængen mellem havgræssets evne til at optage næringsstoffer og vandkvaliteten i kystområder.
- Forstå, at havgræs forbedrer vandkvaliteten.

Færdighedsmål

- Tænke kritisk om miljøproblemer og løsninger.
- Analysere hypotetiske situationer kritisk for at træffe informerede beslutninger.
- Kommunikere naturvidenskabelige begreber og budskaber om bevarelse.

Mål for holdninger og værdier

- Værdsætte havgræsenge som naturlige filtre for havvand.
- Forstå prioriteter og bedste praksis for at minimere virkningerne af næringsstofforurening.
- Udvikle personligt ansvar for beskyttelse af økosystemer.

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Forstå havgræsbladenes og røddernes rolle i optagelsen af næringsstoffer.
- Genkende havgræssets rolle som næringsstoffilter i kystvande.
- Forstå havgræsengenes betydning for at forebygge eutrofiering.

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Blive fortrolig med symbolbaseret kommunikation/ikonografi.
- Forstå begrebet kompensationsforanstaltninger mod forurening.

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejdsbaserede roller i teams.
- Diskussion og argumentation.
- Bidrage til fælles miljømæssig forståelse.

MATERIALER

OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Printede kort med de forskellige kompensationsforanstaltninger (Fig. 1)
- Saks



Figur 1. Printbare kort med kompensationsforanstaltninger (udarbejdet ved hjælp af freesvg.org)

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Lad os forstå havgræssets rolle som næringsstoffilter!

- Læreren introducerer begrebet næringsstoffilter og:
- fremhæver havgræsengenes betydning som naturlige næringsstoffiltre.
- forklarer, hvordan havgræs fungerer som næringsstoffilter.
- forbinder havgræssets evne til at filtrere næringsstoffer med dets rolle i at forebygge eutrofiering.

Lærernoter:

Havgræs er meget effektivt til at optage næringsstoffer; det optager næringsstoffer fra vandsøjlen gennem bladene og fra sedimentet gennem rødderne; der kendes på nuværende tidspunkt ingen optagelsesfunktion for jordstænglerne.

FASE 2: UDFORSKNING

Lad os løse et miljøproblem!

Læreren præsenterer det hypotetiske scenarie med et spildevandsrensningsanlæg, der udleder næringsstoffer i en kystlagune, og forklarer:

- hvad et spildevandsrensningsanlæg er.
- at udledning af store mængder næringsstoffer til kystmiljøer kan forårsage eutrofiering.

- kort, hvad eutrofiering er.
- havgræssets regulerende funktion i forhold til næringsstofniveauer i kystområder.

Lærernoter: Eutrofiering er overdreven berigelse af et vandområde med næringsstoffer, hvilket fører til overdreven algevækst; når disse alger dør og nedbrydes, opbruges ilten, og der opstår “døde zoner”, som medfører fiskedød og reduceret biodiversitet.

FASE 3: FORKLARING

Hvordan kan vi løse dette problem?

Læreren beskriver øvelsens formål og:

- forklarer betydningen af hvert handlingskort.
- beder eleverne rangordne handlingerne efter deres opfattelse af, hvad der er den bedste løsning for miljøet og samfundet.
- informerer om, at eleverne kan tillægge to eller flere kort samme betydning.

Lærernoter: Som kort begrundelse for øvelsen er hovedformålet, at eleverne identificerer handlinger relateret til bevarelse af havgræs og/eller miljøet som de bedste kompensationsforanstaltninger på grund af deres betydning for fjernelse af næringsstoffer og økosystemets balance. Det forventes, at eleverne forstår, at “stop spildevandsrensningsanlæggets drift” eller “betal for at forurene” ikke er løsninger på problemet, fordi spildevandsrensningsanlæg er nødvendige for at sikre sanitet, og der ikke er nogen indikation af, at pengene bruges til bevarelse af havgræs. Det forventes, at eleverne først rangerer “betal for restaurering af

havgræs” og/eller “betal for at rense havgræsenge” som handlinger, der både hjælper med at forebygge eutrofiering og med at genetablere havgræsengenes regulerende funktion i næringsstofkredsløbet.

FASE 4: UDBYGNING

Lad os vælge de bedste kompensationsforanstaltninger!
Eleverne arbejder i små grupper:

- klipper de printede kort i Fig. 1 ud.
- rangordner handlingerne med en begrundelse.

FASE 5: EVALUERING

Tænk-par-del

- Eleverne bliver bedt om at vise deres rangordninger og dele deres begrundelser med klassekammeraterne.

Lærernoter: Læreren forklarer, når en valgt rækkefølge ikke er den mest korrekte, eller hvorfor én mulighed bør foretrækkes frem for en anden.

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Observationsliste og tænk-par-del-øvelse
- Engagement: Elevernes interesse og opmærksomhed under aktiviteterne.

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

- Evaluerings af tænk-par-del-øvelsen
- Naturvidenskabelig forståelse: Eleverne har rangordnet kompensationsforanstaltningerne korrekt.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

- Jeg kan forstå, at havgræs fungerer som filter for næringsstoffer, der kommer ind i kystmiljøet
- Jeg kan forklare, at havgræsenge hjælper med at løse problemer med næringsstofforurening
- Jeg kan forklare, at betaling for restaurering af havgræs eller rensning af havgræsenge er fremragende kompensationsforanstaltninger til bekæmpelse af næringsstofforurening

LEKTIONSPLAN 3.
HAVGRÆS FORBEDRER
VANDKVALITETEN

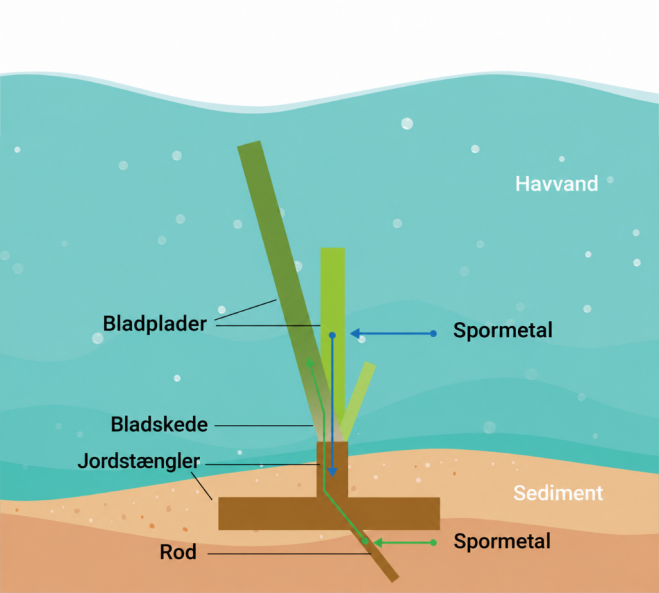
VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion fokuserer på tre funktioner, som havgræs udfører i relation til vandkvalitet: optagelse og tilbageholdelse af spormetaller, tilbageholdelse af mikroplast og reduktion af patogener. Optagelse af metaller i havgræs kan følge to veje: fra det omgivende vand til bladene og derefter jordstænglerne, eller ved translokation fra porevandet i sedimentet til rødderne og videre til jordstængler og blade (Fig. 1). Når disse forurenende stoffer først er fjernet, kan de kun frigives langsomt gennem nedbrydning og konsum, hvilket reducerer forureningen og forbedrer vandkvaliteten. Havgræs fremmer også ophobning og begravelse af mikroplast i sedimentet og fjerner det dermed fra havvandet og det pelagiske fødenet. Mikroplast tilbageholdes, når partikler hæfter sig til havgræssets bladdække, hvilket fremmer aflejring af mikroplast på sedimentet.

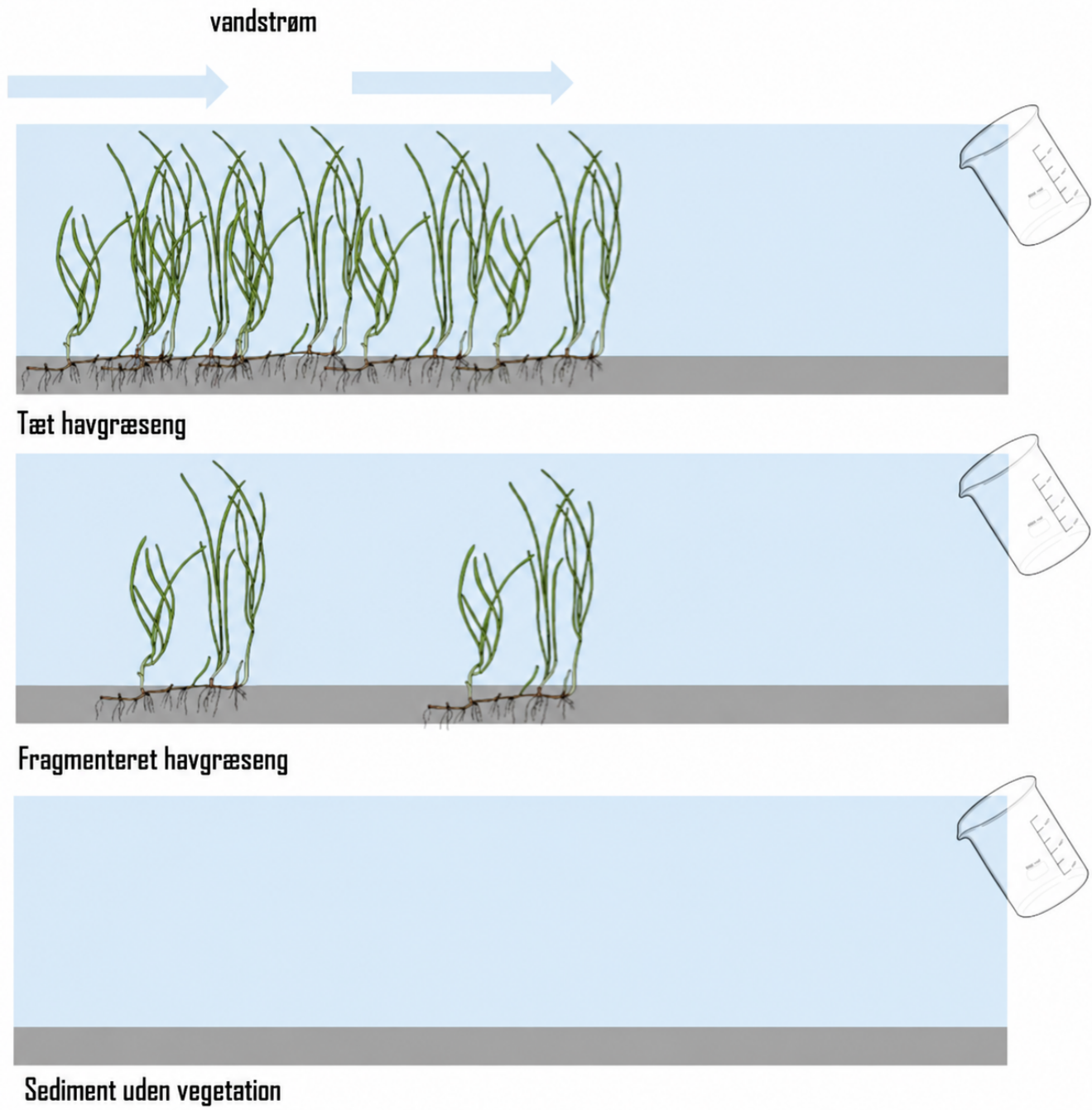
Havgræsenge reducerer også forekomsten af bakterielle patogener, som skader både marine organismer og mennesker. Havgræs hæmmer patogener ved at frigive organiske forbindelser kaldet fenoler til havvandet og tilbageholder også patogener i sedimentet.

I denne lektion skal eleverne angive den mængde metaller, mikroplast og patogener, som forventes i vandprøver indsamlet efter passage gennem 1) en tæt havgræseng, 2) en fragmenteret havgræseng og 3) et område uden vegetation (bart sediment). Formålet er at vise eleverne, at det reneste vand, dvs. vand med den mindste mængde spormetaller, mikroplast og patogener, findes i en vandprøve indsamlet efter passage gennem en tæt havgræseng, hvilket demonstrerer havgræssets rolle i at forbedre vandkvaliteten (Fig. 2). Eleverne skal placere den mængde forurenende stoffer, de forventer at finde i de forskellige scenarier, i prøvebægrene ved hjælp af billederne i Fig. 3 og 4. Hvis det er muligt at bruge computer, skal eleverne forbinde dataene i [excel filen](#) med de forurenende stoffer og deres mængder ved at flytte datasættene, der repræsenterer koncentrationerne af forurenende stoffer, til de tilsvarende områder.



Figur 1. Fremstilling af havgræssets optagelse af spormetaller:

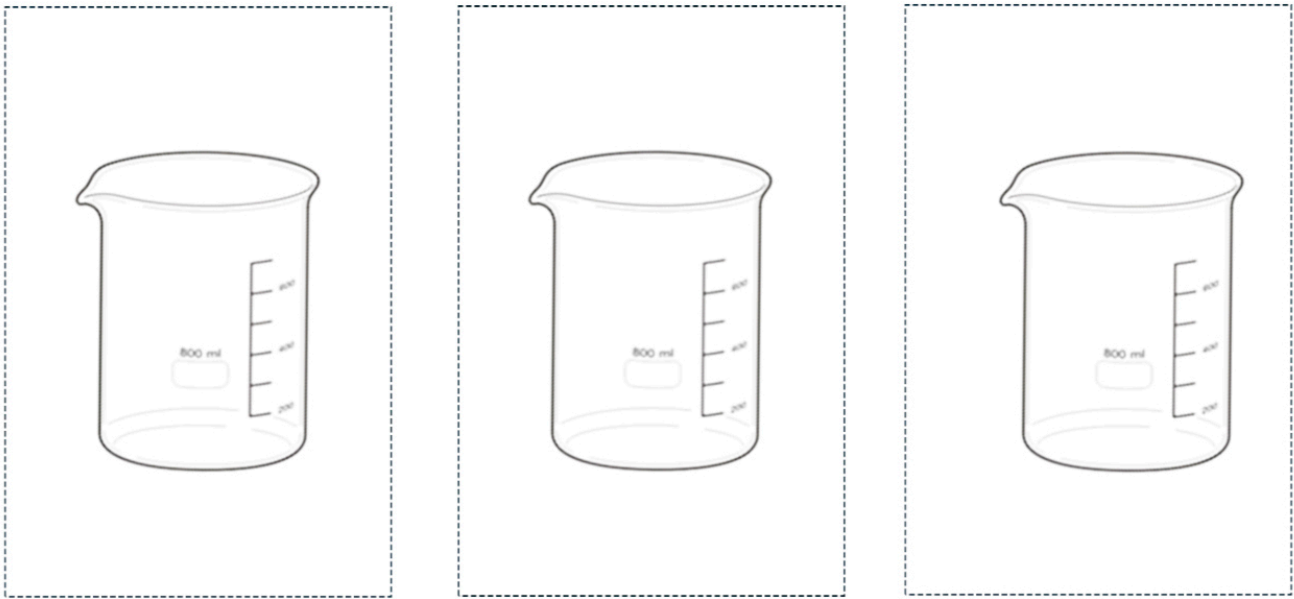
Optagelse af metaller i havgræs kan følge to veje: fra det omgivende vand til bladene og derefter jordstænglerne, eller translokation fra porevandet i sedimentet til rødderne og videre til jordstængler og blade (modificeret fra Malea et al. 2019).



Figur 2. Skematisk illustration af en tæt havgræseng, en fragmenteret havgræseng og et bart område samt prøvetagning af vand efter passage gennem engene eller det bare område.

Pb	Pb	Pb	Pb	Pb	Pb	Pb	Pb
Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
Ni	Ni	Ni	Ni	Ni	Ni	Ni	Ni
MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
P	P	P	P	P	P	P	P

Figur 3. Printbare billeder, der repræsenterer spormetaller (bly = Pb; krom = Cr; kobber = Cu; nikkel = Ni), mikroplast (MP) og patogener (P).



Figur 4. Printbare billeder af prøvebægre.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Forstå havgræssets betydning for vandkvaliteten.
- Identificere de tre vigtigste regulerende funktioner.
- Beskrive de processer, hvorved havgræs fjerner spormetaller, mikroplast og patogener.

Færdighedsmål

- Forstå begrebet koncentration af forurenende stoffer i vandprøver.
- Overføre viden til situationer fra den virkelige verden.
- Udforske Excel-regneark (hvis tilgængeligt).

Mål for holdninger og værdier

- Værdsætte havgræsenge som naturlige aktører i rensning af vand.
- Øge bevidstheden om bevarelse af havgræsenge.

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Forstå begreberne spormetaller, mikroplast og patogener.
- Blive fortrolig med kemiske symboler for almindelige spormetaller: bly = Pb; krom = Cr; kobber = Cu; nikkel = Ni.
- Blive fortrolig med koncentration som et mål for mængde.

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Være bevidst om havgræsenge som aktører i rensning af vand.
- Være bevidst om betydningen af tætte versus fragmenterede havgræsenge for tilbageholdelse af partikler (forbindelse til lektionsplanen: Havgræsenge stabiliserer sediment, Tematisk modul 5: Havgræs stabiliserer havbunden, forbedrer vandkvaliteten og lagrer kulstof).

Digitale kompetencer (hvis tilgængeligt)

- Blive fortrolig med Excel-regneark.

Sociale og civile kompetencer:

- Diskussion og argumentation.
- Bidrage til fælles beskyttelse af havgræs.

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Printede billeder (Fig. 3 og 4).
- Saks
- Hvis tilgængeligt:
- Computere.
- Excel-arbejdsark med data ([excel file](#)).

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Hvordan renses havgræs havvandet?

Læreren introducerer emnet og:

- nævner lektionens tre typer forurenende stoffer: spormetaller, mikroplast og patogener.
- forklarer, hvordan disse forurenende stoffer fjernes fra det omgivende vand af havgræs.
- introducerer begrebet koncentration og forklarer, at en større mængde af et stof i en given prøvevolumen svarer til en højere koncentration (f.eks. er 4 µg Pb i 1 liter havvand mere koncentreret end 1 µg Pb i 1 liter havvand).
- spørger: “Forventer I at finde en højere koncentration af spormetaller i havvand omkring en havgræseng eller over bart sediment, og hvorfor?”
- spørger: “Forventer I at finde flere forurenende stoffer omkring en havgræseng eller over bart sediment, og hvorfor?”

FASE 2: UDFORSKNING

Lad os analysere havvandsprøver!

- Eleverne bliver fortrolige med de printede billeder i Fig. 2, 3 og 4.
- Eleverne forbinder symbolerne med de tilsvarende spormetaller.

Hvis computere er tilgængelige:

- Eleverne bliver fortrolige med Excel-filen og dataene.

FASE 3: FORKLARING

Læreren beskriver formålet med øvelsen og:

- forklarer, at der forventes færre forurenende stoffer i havvand omkring en tæt havgræseng sammenlignet med en fragmenteret eng eller et område med bart sediment.
- beder eleverne placere billederne af de forurenende stoffer i passende mængder i prøvebeholderne.

Hvis computere er tilgængelige:

- Læreren beder eleverne forbinde mængderne af forurenende stoffer med det tilsvarende prøvetagningssted.

Lærernoter: Det er værd at nævne, at havgræsengens tilbageholdelse af forurenende stoffer potentielt påvirker fødekæden, især trofisk overførsel af fastsiddende mikroplast gennem græsning (forbindelse til lektionsplanerne: Havgræs giver føde til andre organismer og Trofiske interaktioner med andre marine økosystemer, Tematisk modul 4: Havgræs understøtter en stor mangfoldighed af liv).

FASE 4: UDBYGNING

Lad os se på en vandprøve!

Eleverne arbejder i små grupper:

- klipper de printede symboler for forurenende stoffer i Fig. 3 ud.
- klipper de printede prøvebeholdere i Fig. 4 ud.
- placerer så mange symboler i beholderne, som de mener passer til hvert scenarie (tæt eng, fragmenteret eng og bart sediment).
- Hvis computere er tilgængelige, skal eleverne: flytte datasættet til det passende sted i Excel-arket.

Lærernoter: Eleverne skal placere datasættet med de højere koncentrationer af forurenende stoffer i cellerne for bart sediment og de lavere koncentrationer i cellerne for den tætte eng.

FASE 5: EVALUERING

Observationsliste

- Engagement: Elevernes interesse og opmærksomhed under aktiviteterne.

Målrettede spørgsmål

Læreren spørger:

- Hvorfor indeholder havvandsprøven omkring den tætte havgræseng færre forurenende stoffer?
- Hvorfor indeholder havvandsprøven omkring området uden vegetation flere forurenende stoffer?
- Er tilstedeværelsen af havgræsenge vigtig for rensningen af havvandet? Hvorfor?

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Engagement: Elevernes interesse og opmærksomhed under aktiviteterne.

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

Målrettede spørgsmål

- Naturvidenskabelig forståelse: Eleverne besvarer spørgsmålene korrekt.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

○ Jeg kan forklare, at havgræsenge forbedrer havvandets kvalitet

○ Jeg kan forklare, at havgræsenge tilbageholder forurenende stoffer i havgræssets blade, jordstængler og rødder

○ Jeg kan forklare, at der er færre forurenende stoffer i havvandet omkring en tæt havgræseng

LEKTIONSPLAN 4. HAVGRÆS OPFANGER OG LAGRER KULSTOF

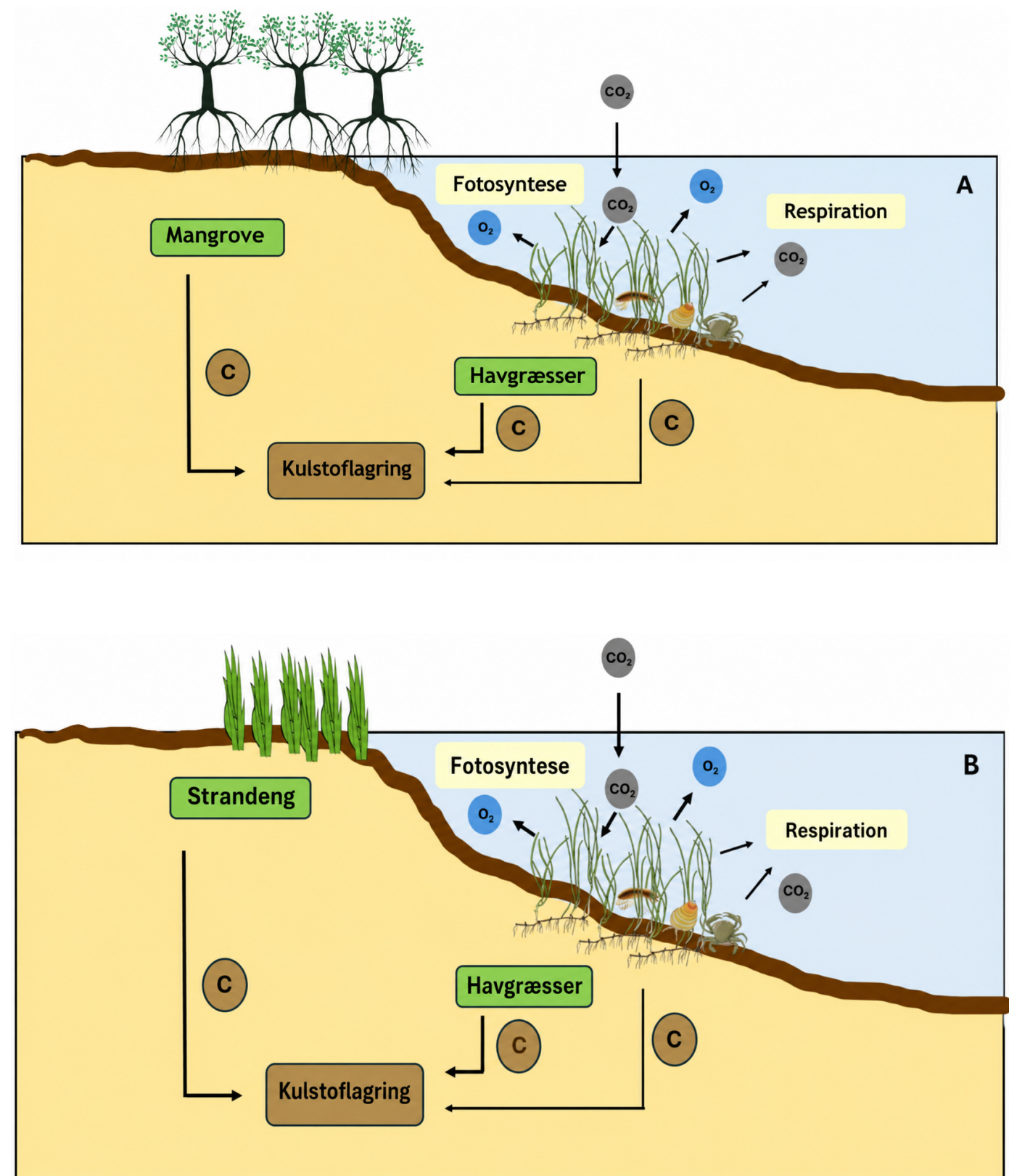
VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

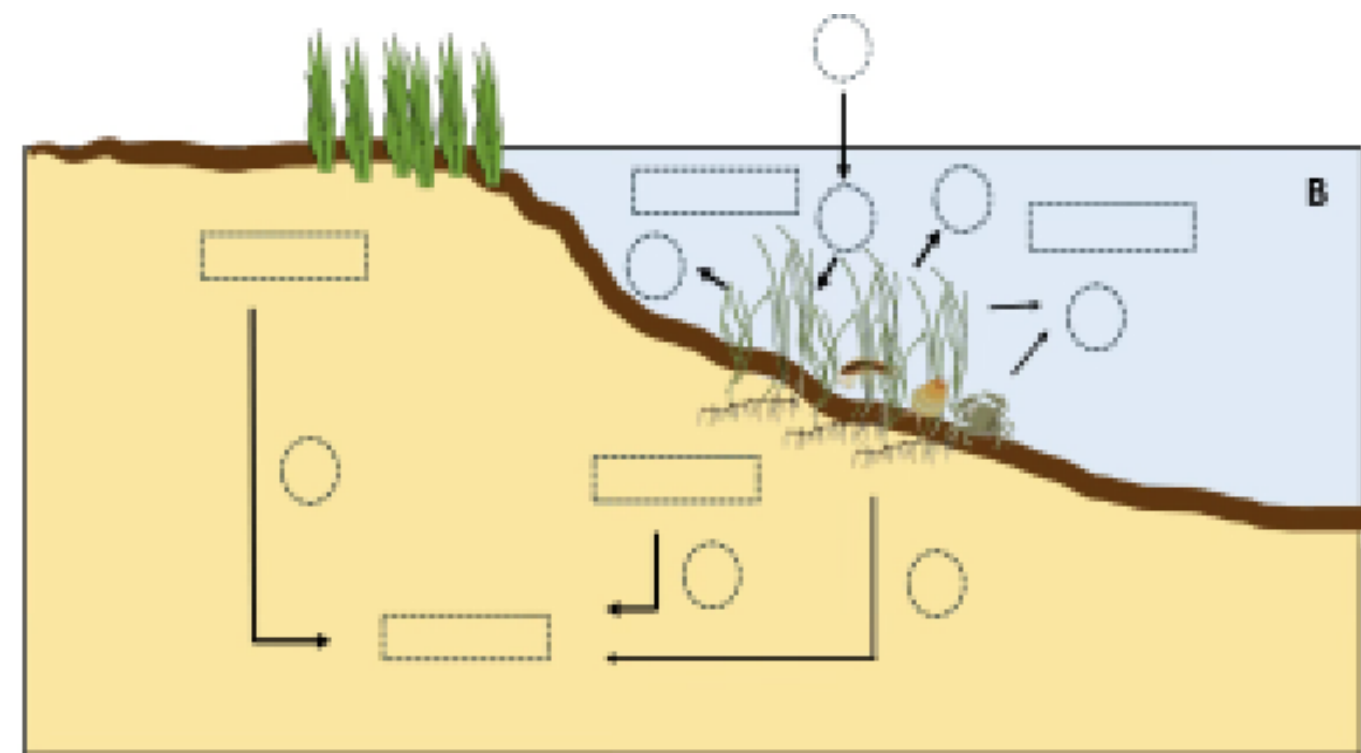
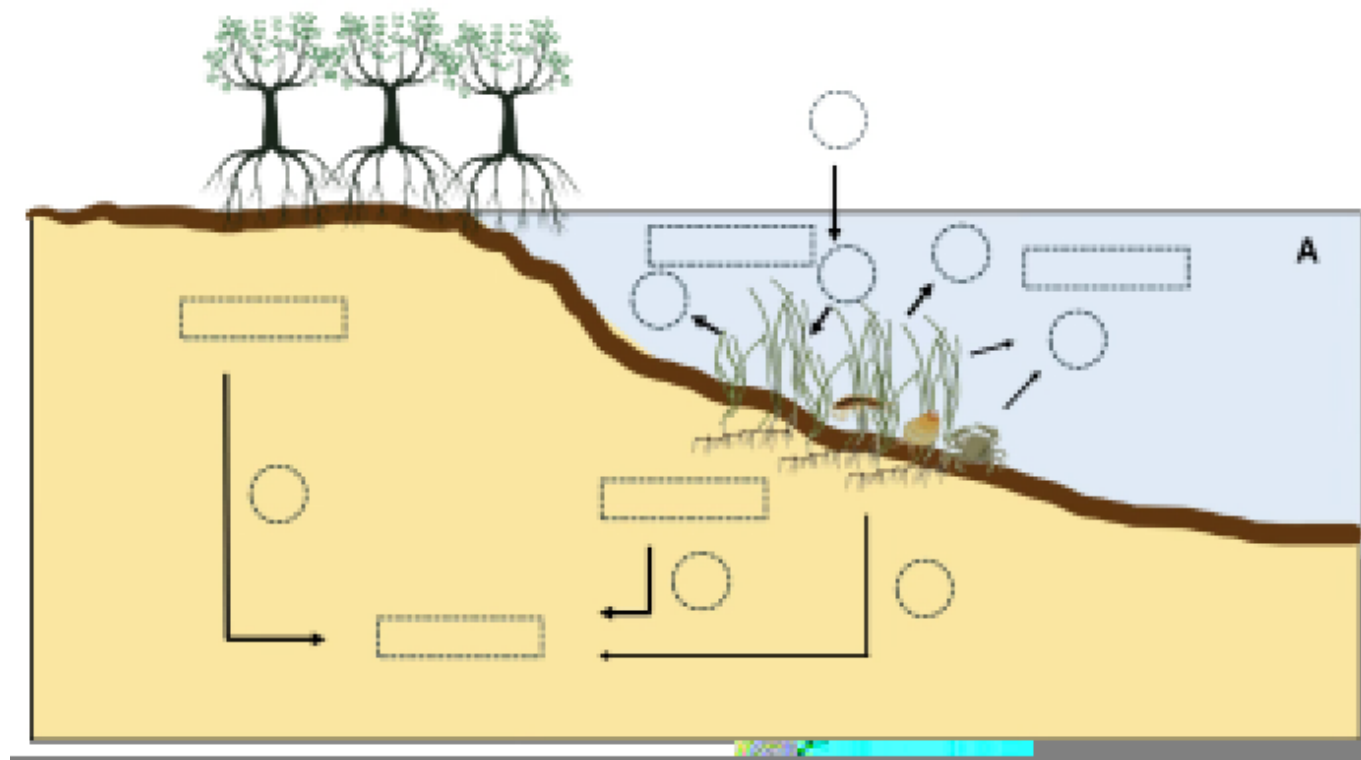
Denne lektion fokuserer på havgræsengenes vigtige rolle, sammen med mangrover og saltmarsker, i at opfange og lagre atmosfærisk kuldioxid. Disse økosystemer er betydelige kulstofdræn, fordi de lagrer mere kulstof, end de frigiver. Derfor er de afgørende for at begrænse klimaforandringer og modvirke havforsuring. Fordi de lagrer kulstof i havet, kaldes de blå kulstoføkosystemer.

I denne lektion lærer eleverne, at havgræsenge fjerner kuldioxid fra havvandet gennem fotosyntese for at opbygge deres vegetative strukturer, f.eks. rødder, jordstængler og blade (se Fig. 5.1 i SEAQUEST Curriculum for Teachers). Da havgræs er flerårigt, lagrer det kulstof i lange perioder i disse strukturer. Eleverne lærer også, at når havgræsplanter og tilknyttede organismer dør og nedbrydes, bliver kulstoffet i deres strukturer fanget og begravet i sedimentet.

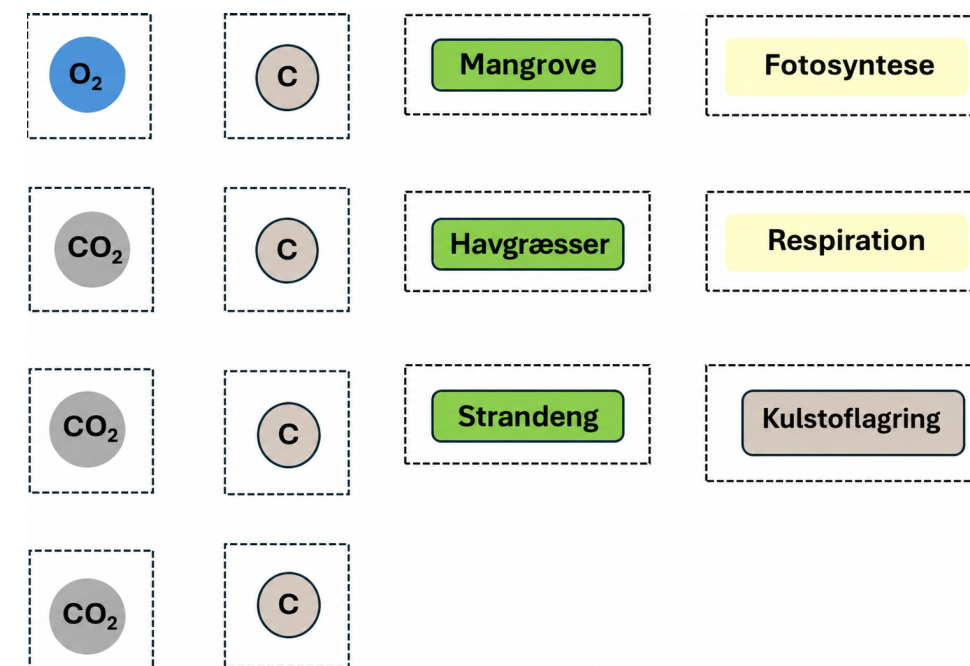
Gennem øvelsen med at bygge en blå kulstofmodel for kystøkosystemer i tropiske og tempererede regioner, vist i Fig. 1a og b, bliver eleverne fortrolige med begrebet kulstoflagring og forskellen mellem kuldioxid (CO_2), det kulstof, der opfanges som gas gennem fotosyntese og frigives gennem respiration, og organisk kulstof (C), det kulstof fra nedbrydning af væv fra havgræs og andre organismer, som lagres i sedimentet.



Figur 1. Schematisk illustration af kulstofstrømme i (A) tropiske og (B) tempererede blå kulstoføkosystemer med fokus på havgræsenge.



Figur 2. Printbare billeder, der skal udfyldes ved hjælp af billederne i Fig. 3.



Figur 3. Printbare billeder, der skal placeres på de korrekte steder i Fig. 2A og B.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Definere blåt kulstof.
- Identificere blå kulstoføkosystemer.
- Beskrive processen for opfangning og lagring af kulstof i blå kulstoføkosystemer.

Færdighedsmål

- Skabe visuelle fremstillinger af blå kulstoføkosystemer.
- Overføre viden til visuelle fremstillinger.

Mål for holdninger og værdier

- Værdsætte havgræsenge som afgørende for opfangning og lagring af kulstof.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Definere blåt kulstof.
- Identificere blå kulstoføkosystemer.
- Beskrive processen for opfangning og lagring af kulstof i blå kulstoføkosystemer.

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Genkende betydningen af at beskytte blå kulstoføkosystemer.
- Identificere konsekvenserne af tab af havgræs for opfangning og lagring af kulstof.

Sociale og civile kompetencer:

- Udvisе bekymring for bevarelse af havgræsenge.
- Deltage i fælles bevaringsaktiviteter.

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Printede billeder af Fig. 2 og 3.
- Saks.

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Hvad er blåt kulstof?

Ved hjælp af Fig. 1 forklarer læreren:

- kystøkosystemernes betydning for opfangning og lagring af kulstof med fokus på havgræsenge.
- de vigtigste processer, hvorigennem havgræsplanter binder og lagrer kulstof.
- fremhæver, at mængden af lagret kulstof er større end mængden af frigivet kulstof (f.eks. gennem respiration).

Lærernoter: At mængden af lagret kulstof er større end mængden af frigivet kulstof, vises ved forskellen i pilenes tykkelse.

FASE 2: UDFORSKNING

Lad os se på blå kulstoføkosystemer!

- Eleverne bliver fortrolige med Fig. 1.
- Eleverne bliver fortrolige med de printede billeder i Fig. 2 og 3.
- Eleverne stiller spørgsmål.

FASE 3: FORKLARING

Forstå blå kulstoføkosystemer

Læreren forklarer:

- at mangrover, saltmarsker og havgræsenge er afgørende for opfangning og lagring af kulstof.
- at kulstof opfanges af havgræs gennem fotosyntese (forbindelse til lektionsplanen: Havgræs er vigtige primærproducenter, Tematisk modul 4: Havgræs understøtter en stor mangfoldighed af liv).
- at kulstof lagres i sedimenter efter nedbrydning af planter og andre organismer.
- formålet med øvelsen (dvs. at placere billederne i Fig. 3 på de korrekte steder i Fig. 2) (Fig. 1 vises ikke).

FASE 4: UDBYGNING

Lad os bygge en blå kulstofmodel!

Eleverne arbejder i små grupper:

- klipper de printede billeder i Fig. 3 ud.
- skaber en blå kulstofmodel ved at bruge de udleverede billeder og placere dem på de passende steder i Fig. 2.
- omstrukturerer modellen efter at have fjernet havgræsset.

FASE 5: EVALUERING

Exit Ticket med quiz (f.eks. kan en digital quiz laves i Google Forms)

Eleverne gennemfører en kort Exit Ticket med fire spørgsmål:

- Er mangrover og havgræs blå kulstoføkosystemer? (JA/NEJ)
- Opfanger fotosyntese kulstof fra havvandet? (JA/NEJ)
- Er C og CO₂ det samme? (JA/NEJ)
- Hvis vi fjerner havgræs, øges kulstoflagringen? (JA/NEJ)

EVALUERING

Formativ evaluering (under lektionen):

1. Observationsliste:

- Engagement: Elevernes interesse og opmærksomhed under aktiviteterne.
- 2. **Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)**
 - Målrettede spørgsmål/quiz
 - Naturvidenskabelig forståelse: Eleverne besvarer spørgsmålene korrekt.

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

- Jeg kan forklare, at mangrover, saltmarsker og havgræs er blå kulstoføkosystemer
- Jeg kan forklare, at blå kulstoføkosystemer fjerner mere kulstof, end de frigiver
- Jeg kan forklare, at kulstof lagres i sedimenterne i blå kulstoføkosystemer

B6.

TEMATISK MODUL 6: HAVGRÆS OG MENNESKER ER UADSKILLELIGT

Damla Kiral
STANDO LTD, CYPERN

Anna Nicolaou
STANDO LTD, CYPERN

Merve Buba
STANDO LTD, CYPERN

LEKTIONSPLAN 1. HAVGRÆS SOM KYSTENS LIVVAGT

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

I denne lektion undersøger vi, hvordan havgræsenge hjælper med at beskytte kystsamfund mod erosion, kystoversvømmelser og stormflod (se Fig. 1). Eleverne gennemfører en praktisk udendørs simulering af en storm for at se, hvordan havgræs reducerer bølgeenergi og stabiliserer sediment. Ved lektionens afslutning vil eleverne forstå, hvordan havgræsenge beskytter kysterne, og forbinde denne beskyttende funktion med menneskers sikkerhed, boliger, arbejdspladser og klimaresiliens. Lektionen supplerer modulets centrale tema om, at havgræs er direkte forbundet med menneskers trivsel og kystsamfunds overlevelse.

Med udgangspunkt i denne lektionsplans struktur og pædagogiske tilgang kan lærere også udvikle yderligere lektionsplaner med fokus på havgræsengenes øvrige økosystemtjenester og værdier, som præsenteret i SEAQUEST Curriculum for Teachers.



Figur 1. Illustration af mekanismer, der viser, hvordan havgræsenge beskytter kysterne mod erosion, oversvømmelser og stormskader. Dette billede er genereret ved hjælp af kunstig intelligens.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Definere kysterosion og stormflod
- Genkende, hvordan havgræs beskytter kystlinjer
- Forklare, hvorfor tab af havgræs øger risikoen for mennesker i kystområder

Færdighedsmål

- Sammenligne erosion i beskyttede og ubeskyttede kystmodeller
- Analysere resultater fra en undersøgelse med stormsimulering
- Designe en enkel løsning til kystbeskyttelse

Mål for holdninger og værdier

- Værdsætte havgræssets beskyttende rolle for lokalsamfund
- Værdsætte naturlige økosystemer som beskyttelse mod klimaforandringer
- Udvide ansvarlighed over for bevarelse af kystområder

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Gennemføre en enkel naturvidenskabelig undersøgelse
- Observere og registrere resultater

- Drage konklusioner på baggrund af evidens

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Forstå økosystemtjenester
- Genkende den gensidige afhængighed mellem mennesker og natur
- Identificere konsekvenser af miljøforringelse

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- To lave bakker pr. gruppe (til at simulere en kystlinje med og uden havgræsenge)
- Sand eller jord til at repræsentere kystlinjen
- Kopper eller flasker til at hælde vand (for at simulere bølger)
- Små græsplanter, bast, snor eller naturligt plantemateriale (for at simulere havgræs)
- Målebånd eller lineal (til at måle kysterosion)
- Observationsark (print appendiks)

Digitale kompetencer

- Bruge tablet eller anden enhed til at registrere forsøgsresultater (foto/video) (valgfrit)
- Fortolke en kort digital animation af stormflod (valgfrit)

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde i gruppeundersøgelser
- Deltage i struktureret diskussion
- Genkende lokalsamfundets ansvar i miljøforvaltning

Valgfrie/udvidede materialer

- Et ét-minuts videoklip, der viser virkningerne af stormflod: <https://www.youtube.com/watch?v=an5uDI2ftb8>
- Printede billeder af kystoversvømmelser: Find relevante billeder via Google-søgning eller brug Figur 2.



Figur 2. Valgfrit materiale, der viser virkningerne af stormflod og oversvømmelser i kystområder. Dette billede er genereret ved hjælp af kunstig intelligens.

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitetsnavn/titel: **Hvem beskytter kysten?**

Aktivitetsbeskrivelse:

1. Vis eleverne Figur 2 eller et virkeligt (eventuelt lokalt) billede af kystoversvømmelser efter en storm.
2. Spørg eleverne, hvad der kan beskytte huse nær havet.
3. Skriv forslag på tavlen (havmure, sten, planter, sandklitter).
4. Introducer idéen om, at undervandsplanter - havgræs - også beskytter kystlinjer.

Vejledende spørgsmål:

- Hvad sker der under en kraftig storm nær havet?
- Hvorfor forsvinder nogle strande efter storme?
- Kan planter virkelig stoppe vand?

Lærernoter:

Tilskynd nysgerrighed. Forklar ikke alt endnu - lad eleverne opstille hypoteser. Se efter følgende pointer:

- Hvad sker der under en kraftig storm nær havet?

Kraftige storme har vind med høj hastighed,

lavt lufttryk og store bølger. Sådanne kræfter kan skabe en stormflod, hvor vandstanden midlertidigt stiger og presser vand ind over land. Bølgerne bliver kraftigere og hyppigere, hvilket fører til større bevægelse af sand og vand langs kysten. Det kan hurtigt forårsage oversvømmelser, skader på bygninger og store ændringer af kystlinjen.

- Hvorfor forsvinder nogle strande efter en storm?

Når store bølger og hurtigt bevægende vand fjerner sand fra kysten og transporterer det ud på havet eller langs kysten, “forsvinder” strandene. Når der ikke er noget til at holde sandet på plads, sker erosion hurtigt. Processen er langt mere alvorlig, hvor der ikke er naturlige barrierer såsom havgræs, klitter eller sten ud for kysten, eller hvor disse er blevet forringet.

- Kan planter faktisk holde vand tilbage?

Havgræs stopper for eksempel ikke vandet helt, men det sænker vandets hastighed og tager noget af energien ud af det. Havgræsblade fungerer som en barriere, der reducerer bølgernes energi, og rødderne holder sandet på plads. Denne kombination hjælper med at beskytte kystlinjer mod erosion og dæmper kraften fra stærke bølger og stormflod. Bed eleverne om at tænke på havgræs som et “naturligt skjold” frem for en massiv mur.

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitetsnavn/titel: **Undersøgelse med stormsimulering**

Aktivitetsbeskrivelse:

1. Del eleverne op i små grupper.
2. Hver gruppe forbereder to bakker med vand (“hav”) og sand/jord (“kyst”) i den ene side af bakken (Figur 3). Forsøg at gøre bredden på “kysten” i begge bakker så ens som muligt.
 - Bakke A: Kun sand/jord (bar kyst) ved kanten af bakken.
 - Bakke B: Sand/jord som ovenfor, men med “havgræs” placeret i sandet.
3. Eleverne måler bredden af “kysten” og markerer sandlinjen på deres registreringsark (registreringsarket findes i appendikset).
4. Simuler bølger ved at hælde lige store mængder vand i begge bakker.
5. Gentag 3–4 “bølgerunder” efter behov.
6. Eleverne måler erosionen (hvor meget sand der har flyttet sig) og den nye bredde af “kysten”.

Vejledende spørgsmål:

- Hvilken bakke mistede mest sand?
- Hvad gjorde “havgræsset” ved vandets bevægelse?
- Hvad kunne der ske med huse bygget nær Bakke A?

STORM SURGE EXPERIMENT

How seagrass helps protect our coasts

1 INITIAL SET UP

Prepare two trays with water (sea) and sand/soil (coast) on one side.

TRAY A: Bare Coast



TRAY B: Seagrass Coast



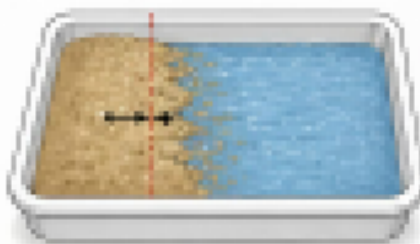
2 POUR WATER (SIMULATE WAVES)

Pour equal amounts of water onto the "sea" in both trays.



3 RECORD OUTCOME

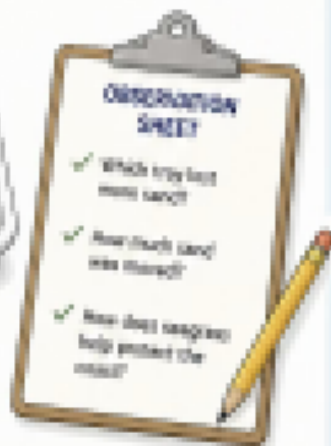
Measure the new width of the "coast". Record how much sand was lost (erosion). Compare the two trays.



TRAY A: Bare Coast	
Initial coast width	_____ cm
Final sand width	_____ cm
Sand moved (erosion)	_____ cm



TRAY B: Seagrass Coast	
Initial coast width	_____ cm
Final sand width	_____ cm
Sand moved (erosion)	_____ cm



Lærernoter:

Vedrørende forsøget:

- Sørg for lige store mængder vand for at sikre en retfærdig test.
- Tilskynd omhyggelig måling.
- Lad eleverne gentage forsøget, hvis resultaterne virker inkonsistente.

Vedrørende teorien:

- Hvilken bakke mistede mest sand?
Eleverne bør bemærke, at bakken uden havgræs (Bakke A) har tendens til at miste mere sand. Det skyldes, at der ikke er noget til at holde sedimentet tilbage eller reducere bølgenes kraft.
- Hvordan påvirkede "havgræsset" vandets bevægelse?
"Havgræsset" skal sænke vandets hastighed og reducere bølgeenergien. Eleverne kan observere mindre sprøjt og renere vand. Dette modellerer, hvordan virkelige havgræsege reducerer bølgeenergi og stabiliserer sediment.
- Hvad kunne der ske med huse nær Bakke A?
Få eleverne til at genkende, at de ubeskyttede kystlinjer (bakke B) er mere sårbare. Der er ingen naturlig barriere til at reducere bølgenes påvirkning, så huse nær disse områder er mere udsatte for erosion, oversvømmelser og stormskader.

FASE 3: FORKLARING

Aktivitetsnavn/titel: **Havgræs som naturlige barrierer**

Aktivitetsbeskrivelse:

Læreren forklarer:

- Havgræsblade sænker bølgenes hastighed.
- Rødder holder sedimentet på plads.
- Enge reducerer bølgeenergien, før den når kysten.
- Tab af havgræs øger kysterosionen.

Styrk det centrale ordforråd:

Erosion, stormflod, sediment, beskyttelse

Vejledende spørgsmål:

- Hvorfor forblev Bakke B mere stabil?
- Hvordan ligner dette virkelige kystlinjer?
- Hvordan beskytter dette mennesker?

Lærernoter:

Bakke B er mere stabil, fordi "havgræsset" hjælper med at reducere bølgenes påvirkning af sandet. Vandet sænkes, når det passerer gennem havgræsset, og mindre sand løftes og føres væk. Rødderne (eller en simuleret tilsvarende struktur) har også tendens til at forankre sedimentet og gøre det mindre tilbøjeligt til let at blive flyttet. Forestil jer virkelige kystlinjer, hvor havgræsege fungerer som naturlige buffere, binder og tilbageholder sediment og dæmper bølgeenergi, før den rammer kysten. Denne beskyttelse er vigtig for mennesker, fordi den reducerer kysterosion og risikoen for oversvømmelse og hjælper med at beskytte boliger, veje og anden infrastruktur i kystsamfund, især under storme og stigende havniveau. Dette knytter sig direkte til menneskelige samfund på forskellige måder, såsom boliger, turisme og fiskeri.

Figur 3. Trinvis procedure for et forsøg, der undersøger, hvordan sunde havgræsege reducerer kysterosion og virkningerne af stormflod. Dette billede er genereret ved hjælp af kunstig intelligens.

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitetsnavn/titel: **Design en sikrere kyst**

Aktivitetsbeskrivelse:

Eleverne designer en plan for kystbeskyttelse (diagram på papir), der omfatter:

- Havgræs
- Andre naturlige elementer (mangrover, klitter, rev)
- Ansvarlig menneskelig adfærd

Grupperne tegner et diagram med betegnelser.

Valgfrit diskussionsemne: Eleverne sammenligner naturlige løsninger med havmure af beton.

Vejledende spørgsmål:

- Hvorfor kan naturlige løsninger være bedre end betonmure?
- Hvad sker der, hvis vi fjerner havgræs?
- Hvem bør beskytte disse økosystemer?

FASE 5: EVALUERING

Aktivitetsnavn/titel: **Forklar det som en forsker**

Aktivitetsbeskrivelse:

Eleverne skriver 5 sætninger, der forklarer, hvordan havgræs beskytter mennesker.

Vejledende spørgsmål:

- Hvilke beviser har I fra dagens forsøg?
- Hvad ville der ske, hvis havgræs forsvandt?

Lærernoter:

Tilskynd eleverne til direkte at henvise til det, de så i bakkerne (evidens fra forsøget): Bakken med havgræs mistede mindre sand, og der var mindre synlig bevægelse af sediment, hvilket

viser, at havgræs reducerer bølgeenergi og erosion. De bør forbinde dette med virkninger i den virkelige verden, såsom hvordan stabile kystlinjer hjælper med at beskytte boliger, veje og kystsamfund mod skader fra storme og oversvømmelser.

Få også eleverne til at tænke over, hvad der ville ske, hvis havgræs forsvandt.

EVALUERING

1. Formativ evaluering (under lektionen):

- Observation af gruppesamarbejde
- Lyt til forudsigelser før forsøget
- Spørgsmål under dataindsamlingen

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

Vurderingstype: Exit Ticket

Eleverne besvarer én af mulighederne:

- 3 ting, du lærte i dag
- 2 måder, havgræs beskytter kyster på
- 1 spørgsmål, du stadig har

Dokumenteret evidens:

- Forståelse af beskyttelsesmekanismen
- Korrekt ordforråd
- Tydelig forbindelse til menneskers trivsel

SUCCESKRITERIER

○ Jeg kan definere kysterosion og stormflod

○ Jeg kan forklare, hvordan havgræs beskytter kystlinjer

○ Jeg kan sammenligne erosion i to forskellige modeller

○ Jeg kan beskrive, hvorfor beskyttelse af havgræs beskytter mennesker

Appendiks
REGISTRERINGSARK TIL FORSØG MED
KYSTEROSION

Navn: _____ Dato: _____ Gruppemedlemmer: _____

Formål:

At undersøge, hvordan havgræs påvirker kysterosion under bølgepåvirkning.

Forudsigelse (hypotese)

Hvad tror du, der vil ske med sandet i hver bakke?

Bakke med havgræs: _____

Bakke uden havgræs: _____

Resultater

Observation	Bakke MED havgræs	Bakke UDEN havgræs
Kystens bredde ved start (cm)		
Kystens bredde ved afslutning (cm)		
Vandets klarhed (klart/uklart)		
Bølgestyrke (samme for begge?)		

Observationer (hvad du så)

Beskriv, hvad der skete under forsøget:

Konklusion: Hvad fandt du ud af om havgræs og erosion?

Forklaring: Hvorfor skete dette? (Tænk på bølger, rødder og sandets bevægelse)

LEKTIONSPLAN 2. FRA LAND TIL HAV – HVORDAN OVERSKUD AF NÆRINGSSTOFFER PÅVIRKER HAVGRÆS

VARIGHED: 45 MINUTTER

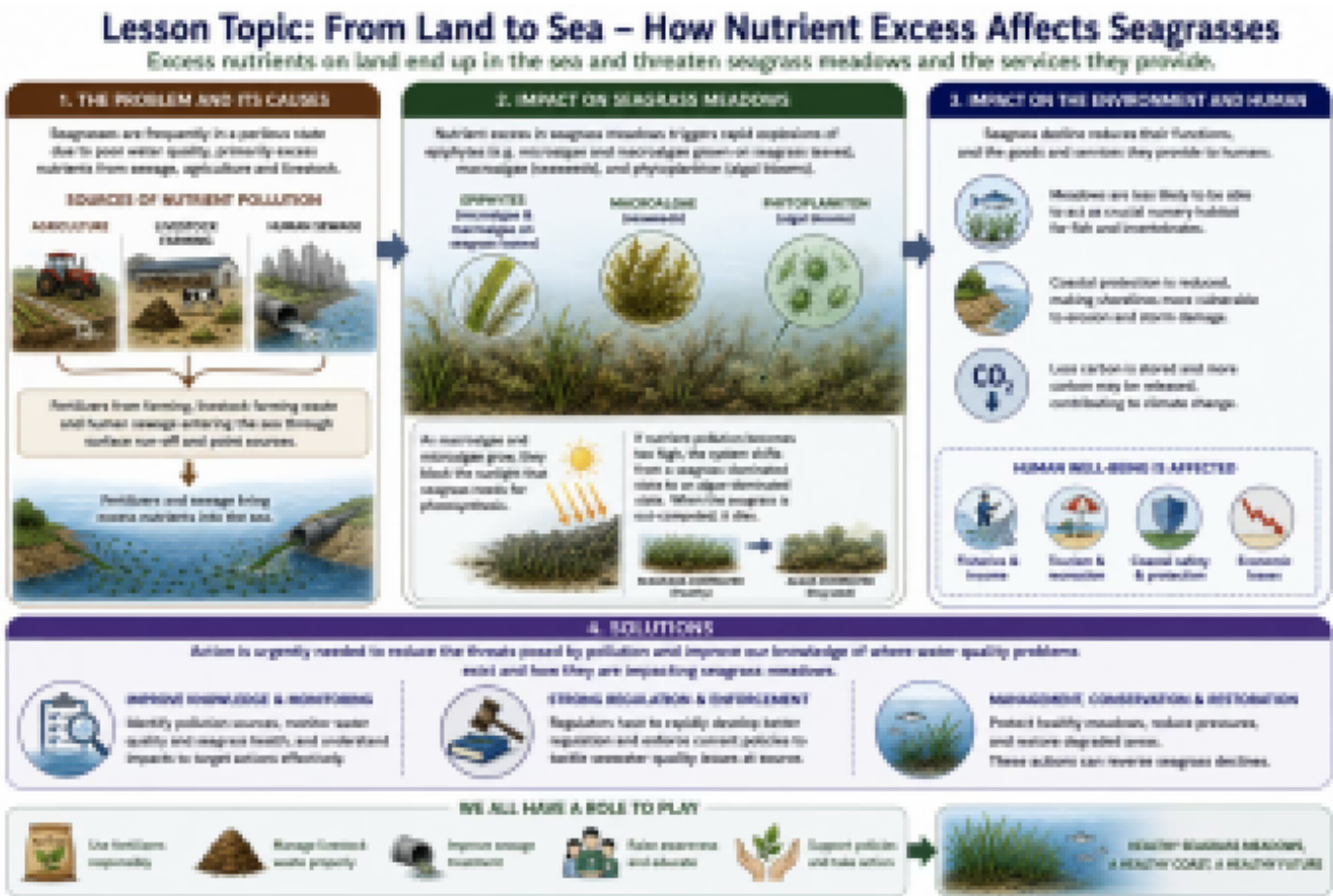
LEKTIONSOVERSIGT

Havgræsenge er ofte i dårlig tilstand på grund af dårlig vandkvalitet, især overskydende næringsstoffer fra spildevand, landbrug og husdyrhold. Gødning fra landbruget, affald fra husdyrhold og menneskeligt spildevand når havet gennem overfladeafstrømning og punktkilder og tilfører havet overskydende næringsstoffer (Figur 1).

Overskud af næringsstoffer i havgræsenge kan udløse hurtig vækst af epifytter (f.eks. mikroalger og makroalger, der vokser på havgræsblade), makroalger (tang) og fytoplankton

(algeopblomstringer). Når makroalger og mikroalger vokser, blokerer de det sollys, som havgræs behøver til fotosyntese.

Hvis næringsstofforureningen bliver for høj, skifter systemet fra en tilstand domineret af havgræs til en tilstand domineret af alger. Når havgræsset udkonkurreres, dør det (Figur 1).



Figur 1. Skematisk fremstilling af tilførsel af overskydende næringsstoffer til havgræsenge: Problemet og dets årsager, påvirkningen af havgræsenge og mennesker samt løsninger. Dette billede er genereret ved hjælp af kunstig intelligens.

Tilbagegang i havgræs reducerer de funktioner samt de goder og tjenester, som havgræs leverer til mennesker - for eksempel bliver engene dårligere til at fungere som afgørende opvækstområder og til at begrænse kysterosion.

Derfor er der et presserende behov for handling for at reducere trusler fra forurening og forbedre vores viden om, hvor problemer med vandkvaliteten findes, og hvordan de påvirker havgræsenge.

Myndigheder skal hurtigt udvikle bedre regulering og håndhæve eksisterende politikker for at håndtere problemer med havvandets kvalitet ved kilden.

I denne sammenhæng skal vi huske, at forvaltning, bevarelse og restaurering kan vende tilbagegangen i havgræsenge.

denne lektion undersøger eleverne eutrofiering - en tilstand med overdreven vækst af alger og planter forårsaget af næringsstoffer, især kvælstof og fosfor, i vandet - og dens ødelæggende påvirkning af havgræsenge. I en praktisk simulering af afstrømning ser eleverne, hvordan forurening transporteres og påvirker undervandsplanter. Derudover vil eleverne gennem et praktisk kerneforsøg (der undersøger, hvordan uklart vand blokerer lys) og en særlig eutrofieringsaktivitet (observation af algevækst

drevet af tilsætning af gødning) forbinde dagligdags menneskelige aktiviteter på land med marine økosystemers sundhed og diskutere praktiske løsninger til at reducere næringsstofforurening.

Med udgangspunkt i denne lektionsplans struktur og pædagogiske tilgang kan lærere også udvikle yderligere lektionsplaner med fokus på andre større trusler mod havgræsenge, som beskrives i SEAQUEST Curriculum for Teachers, såsom kystudvikling, uddybning, ankring og sejladssaktiviteter, destruktive fiskerimetoder og klimarelaterede trusler (Fig. 1).

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Definere eutrofiering og forklare, hvordan overskydende næringsstoffer når havet fra land
- Identificere de vigtigste kilder til næringsstofforurening (gødning, affald fra husdyrhold, menneskeligt spildevand)
- Beskrive den kæde af virkninger, som overskud af næringsstoffer har på havgræsenge
- Forklare, hvordan blokering af lys forårsaget af algevækst fører til tilbagegang i havgræs
- Genkende de bredere miljømæssige og menneskelige konsekvenser af tab af havgræsenge

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Gennemføre enkle forsøg og registrere observationer nøjagtigt
- Sammenligne forsøgsbetingelser (rent vs. næringsberiget vand) og drage konklusioner
- Anvende naturvidenskabeligt ordforråd (eutrofiering, epifytter, fotosyntese, næringsstoffer, afstrømning) korrekt

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Udvide nysgerrighed over for forbindelserne mellem aktiviteter på land og marine økosystemer
- Udvide ansvar ved at foreslå konkrete handlinger til at reducere næringsstofforurening

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Gennemføre en kontrolleret eksperimentel undersøgelse
- Observere årsags-virknings-sammenhænge
- Registrere og fortolke enkle data

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Genkende økologiske forbindelser mellem land og hav
- Forstå menneskeskabte miljøændringer
- Identificere forebyggende og afbødende tiltag

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejde i gruppeundersøgelser
- Diskutere fælles miljøansvar
- Deltage i løsningsorienteret dialog

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Store bakker eller lave beholdere
- Jord eller sand, små sten, blade, afklippet græs
- Frugtfarve (til at repræsentere forurening)
- Små stykker papir (til at repræsentere affald)
- Vandkander/flasker med huller i låget til at simulere regn
- Gennemsigtige kopper eller glas (til at opsamle afstrømning)
- Observationsark (print appendiks)
- Lommelygte til observation af vandets klarhed
- 3 plastikflasker
- Havvand fra et lokalt kystområde eller lagunevand fra en lokal kystlagune
- Postevand
- Flydende gødning med kvælstof eller fosfor (kan købes i landbrugsbutikker)

Valgfrie/udvidede materialer

- Billeder af eutrofiering i kystvande: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-10127-4_4#Fig4

- 2-minutters video, der viser afstrømning af regnvand: <https://www.youtube.com/watch?v=GrBEEijxaY>
- 2-minutters video, der viser afstrømning fra landbrug: <https://www.youtube.com/watch?v=nolsLLSpXeg>
- 1-minuts video, der viser eutrofiering i kystområder : <https://www.facebook.com/locUnesco/videos/coastal-eutrophication-eutrophication-the-over-enrichment-of-nutrients-into-coas/2613661302256999/>
- Fotos af havgræsenge
- Kridt til at tegne afstrømningsveje udendørs

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitetsnavn/titel: **Hvor løber regnvandet hen?**

Aktivitetsbeskrivelse:

Denne udendørs aktivitet er designet til at hjælpe eleverne med at observere vandets bevægelse gennem deres nærmiljø og introducere begrebet afstrømning fra land. Bed eleverne overveje, hvad der sker med regnvand, når det falder. Tilskynd dem til at foreslå idéer såsom, at det siver ned i jorden eller løber hen over overflader. Tag eleverne med udenfor, og del dem i små grupper, så de kan udforske skolens område. Lad dem se efter elementer såsom skråninger, afløb, jord- eller græsarealer og belagte overflader og tænke over, hvordan hver af disse kan påvirke vandets bevægelse.

Lav derefter en enkel demonstration ved at hælde en lille, kontrolleret mængde vand på forskellige overflader såsom belægning, grus og bevokset jord. Eleverne skal se på, hvor hurtigt vandet bevæger sig, hvor det løber hen, om det siver ned eller løber af, og om der er jord eller affald i det.

Efter observationen ledes en diskussion. Spørg eleverne, hvor vandet løb hen, hvilken vej det tog, og hvad det førte med sig. Forklar, at vand løber fra afløb til vandløb, floder og til sidst havet, og hjælp dem med at forbinde dette med det større system. Introducer derefter begrebet afstrømning fra land - vand, der løber over land og fører materiale med sig til vandløb og havet.

Vejledende spørgsmål:

- Hvor løber regnvand hen, efter det falder?
- Hvor hurtigt bevæger vand sig på bevokset land sammenlignet med beton?
- Bliver det her, eller bevæger det sig videre?
- Hvad kan det føre med sig?
- Hvad tror I, der sker med undervandsplanter på grund af dette vand?
- Introducer nøglebegrebet: eutrofiering - skriv det på tavlen, og bed eleverne gætte betydningen.

Lærernoter:

Regnvand bliver ikke bare dér, hvor det falder. Noget siver ned i jorden, især i jord- eller græsarealer, men en stor del løber over overflader som veje og fortove. Dette strømmende vand kaldes overfladeafstrømning eller afstrømning fra land og bevæger sig normalt nedad med terrænet gennem afløb, render, vandløb og floder og når til sidst havet. Undervejs kan det føre mange ting med sig såsom jord, affald, gødning

og pesticider. Disse materialer kan ende i floder og havet, hvor de kan skade økosystemer såsom havgræsenge.

Fremhæv, at regnvand bevæger sig, nogle gange over lange afstande, og forbinder land med vandløb og kystmiljøer. Tilskynd eleverne til først at tænke lokalt og derefter forbinde det med det globale.

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitetsnavn/titel: **Afstrømning i praksis – forureningens rejse**

Aktivitetsbeskrivelse:

1. Del eleverne op i grupper.
2. Hver gruppe laver et “mini-landskab” i en bakke:
 - Jord (landbrugsjord)
 - Sten (byområder)
 - Blade (naturlig vegetation)
3. Tilføj “forurenende stoffer”:
 - Frugtfarve (gødning/kemikalier)
 - Papirstykker (affald)
4. Vip bakken let for at skabe en hældning.
5. Simuler regn med en vandkande.
6. Opsaml afstrømningen i et gennemsigtigt glas.
7. Lys med en lommelygte for at observere lysgennemtrængning og forurening.

Eleverne observerer og registrerer (registreringsark i appendiks):

- Vandets klarhed
- Bevægelseshastighed
- Mængden af “forurening”, der transporteres

Vejledende spørgsmål:

- Hvad skete der, da regnen begyndte?
- Kom der mere forurenet afstrømning fra bevoksede eller bare områder?
- Hvor rent eller beskidt er det opsamlede vand?
- Hvordan påvirker beskidt vand havgræs, fisk og mennesker (fiskere, strandgæster ...)?

Lærernoter:

Når “regnen” begynder, skal eleverne observere, hvordan vandet begynder at løbe nedad gennem bakken og samler materiale op og fører det med sig. Bed dem forklare, hvordan strømningshastighed og -retning varierer på forskellige overflader (jord, sten, blade). Hjælp dem med at forstå, at glattere, hårdere overflader (som sten/byområder) giver hurtigere afstrømning, mens jord og vegetation kan sænke vandet lidt, men stadig kan frigive sediment og forurenende stoffer.

Bed eleverne sammenligne, hvor størstedelen af forureningen kom fra. De bør bemærke, at bar eller løs jord giver uklart vand (sediment), og at områder med tilsatte “forurenende stoffer” (frugtfarve, papir) tydeligt viser, hvordan forurenende stoffer transporteres. Fremhæv begrebet suspenderet sediment, hvor fine partikler forbliver i vandet og får det til at se mudret ud.

Lad eleverne beskrive det opsamlede vands udseende - rent eller beskidt - og forbinde det med vandkvalitet i den virkelige verden. Knyt derefter dette til påvirkninger: Uklart eller forurenet vand betyder, at mindre lys når havgræsset, hvilket påvirker dets evne til at fotosyntetisere og

overleve. Forurenende stoffer kan skade fisk og andet marint liv. Dårlig vandkvalitet kan påvirke mennesker ved at reducere fiskebestande, påvirke levebrød såsom fiskeri og gøre strande mindre sikre eller attraktive.

Mind eleverne om at hælde vandet ensartet på tværs af grupperne, så sammenligningen bliver retfærdig og observationerne mere pålidelige.

FASE 3: FORKLARING

Aktivitetsnavn/titel: **Eutrofieringsaktivitet – gødning i havet**

Formål: Eleverne observerer eksperimentelt, hvad der sker, når næringsstoffer kommer ind i et akvatisk system, og undersøger gødnings påvirkning af fytoplanktons vækst! Gennemfør et to-ugers forsøg ved at følge instruktionerne nedenfor.

Aktivitetsbeskrivelse

- Fyld to af vandflaskerne halvt op med havvand eller vand fra en kystlagune.
- Fyld den tredje flaske til samme niveau med postevand.
- Mærk de tre flasker med bogstaverne L (Lagune), L+ (Lagune med tilsat gødning) og T (postevand).
- Placer de tre flasker side om side et sted med sollys.
- Registrer vandets udseende i alle tre flasker i tabellen nedenfor, før forsøget påbegyndes.
- Efter den første registrering tilsættes to teskefulde flydende gødning til flaske L+.
- Registrer hver dag i 15 dage jeres observationer af vandet i tabellen.

BESVAR SPØRGSMÅLENE:

- Hvorfor bruger vi postevand?
 - Hvorfor bruger vi tre flasker?
 - Hvilke slags organismer findes i vandet?
 - Hvordan påvirkes vandet i flaske L+ af tilsætningen af gødning? Hvad viser dette?
- Hvor kommer gødningen fra i virkeligheden? Hvordan når den havet?
 - Hvad kan landmænd, myndigheder og vi selv gøre for at reducere afstrømning af næringsstoffer?

Dag og tidspunkt	Flaske L	Flaske L+	Flaske T	Observationer

Læreren forklarer:

- Afstrømning fører næringsstoffer og forurenende stoffer til kystvande.
- For mange næringsstoffer forårsager hurtig vækst af epifytter, makroalger og fytoplankton (algeopblomstringer).
- Alger blokerer sollys, og døde og nedbrydende alger forbruger ilt i vandet.
- Havgræs har brug for sollys til fotosyntese.
- Mindre lys fører til tilbagegang i havgræs.

Forklar, at omkring 20 % af det globale havgræsareal på verdensplan er gået tabt siden slutningen af det 19. århundrede på grund af menneskelige og naturlige påvirkninger. Forringelse af havvandets kvalitet som følge af industri- og landbrugsafstrømning samt udledning af utilstrækkeligt behandlet spildevand og kloakvand er en af de vigtigste årsager til denne tilbagegang.

Vejledende spørgsmål:

- Hvorfor har havgræs brug for klart vand?
- Hvad kan der ske, hvis alger dækker vandet over en havgræseng?
- Hvordan er vi forbundet med denne proces?

Lærernoter:

Sørg for, at forklaringen er alderssvarende og visuel.

Forklar eleverne, at havgræs har brug for klart vand for at trives, da planterne er afhængige af sollys for at kunne udføre fotosyntese og producere deres egen energi. Hvis vandet er uklart eller blokerer for lyset, når mindre sollys frem til planterne. Det gør det sværere for planterne at vokse og overleve. Dette kan illustreres med en simpel tegning, der viser sollys, som trænger igennem klart vand, kontra sollys, der blokeres af uklart vand.

Når du taler om alger, så forklar, at hvis de vokser uhæmmet og dækker vandet over en

havgræseng eller selve havgræsbladene, fungerer de som en "skygge",

der blokerer for, at sollyset kan nå ned til planterne nedenunder. Dette kan med tiden svække eller dræbe havgræsset. Brug visuelle hjælpemidler og sammenligninger, der er lette at forstå – for eksempel at forsøge at dyrke en plante i mørke.

For at belyse menneskets påvirkning skal du hjælpe eleverne med at forstå, at aktiviteter på land – såsom udledning af utilstrækkeligt rensset spildevand samt overdreven brug og afstrømning af gødning – kan ende i havet og føre til en eksplosiv vækst af epifytter, makroalger og planteplankton. Mind dem om, at mennesker er en del af dette system, og at vores handlinger enten kan skade eller bidrage til at beskytte havgræsekosystemer.

FASE 4: UDDYBNING

Aktivitetsens navn/titel: **Skab et landskab, der mindsker forurening**

Aktivitetsbeskrivelse:

Læreren viser eller vejleder eleverne i at omdesigne deres landskab i bakken for at mindske forurening fra afstrømning ved at tilføje:

- Naturlige barrierer (mere vegetation, græs/bast/eller en svamp, der repræsenterer vådområder osv.)
- Veje, der sænker vandets hastighed (f.eks. ved at lade vandet løbe hen over stenområder)

Gentag regntesten, og sammenlign resultaterne.

Eleverne vurderer forbedringerne.

Vejledende spørgsmål:

- Hvilke ændringer mindskede forureningen?
- Hvordan kan planter hjælpe med at bremse afstrømningen?
- Hvilke løsninger fra virkeligheden kan lokalsamfund bruge?

Lærernoter:

I denne fase skal du vejlede eleverne til at tænke som problemløsere, mens de omdesigner deres landskab for at mindske forurening. Opfordr dem til at inddrage "naturlige barrierer" såsom vegetation (blade, bast, svamp som vådområde) og til at sænke vandets hastighed ved at ændre layoutet (f.eks. ved at placere sten eller planter i vandløbet). Lad dem gentage regntesten, og opfordr dem til nøje at observere forskelle i vandets hastighed, klarhed og mængden af "forurening", der ender i opsamlingsbeholderen.

Under diskussionen opdager eleverne, hvilke ændringer der var mest effektive. De bør indse, at flere planter eller barrierer betyder, at mere vand bremses, så det kan sive ned i jorden, og at mere sediment og flere forurenende stoffer tilbageholdes, før de bevæger sig videre. Understreg, at planter fungerer som naturlige filtre, der mindsker afstrømning og forbedrer vandkvaliteten.

Når I taler om virkeligheden, skal du opfordre eleverne til at foreslå løsninger såsom plantning af vegetation, beskyttelse af vådområder, etablering af grønne områder og bekæmpelse af forurening ved kilden. Understreg, at vegetation og vådområder kan tilbageholde forurenende stoffer, mindske afstrømning af næringsstoffer og forbedre vandkvaliteten, før vandet når frem til

floder og havet. Bemærk, at dette er naturbaserede løsninger, som lokalsamfund kan bruge til at beskytte vandløb og kystnære økosystemer. Opfordr til eksperimentering og teknisk problemløsning, der kan ændre regndråbens vej og fremme refleksion undervejs – der findes ikke én ”rigtig” måde at designe noget på, og forbedringer opstår ved at afprøve og tilpasse idéer.

Kobl aktiviteten til løsninger i den virkelige verden, såsom beskyttelse og genopretning af vådområder, plantning af vegetation langs vandløb, forbedring af spildevandsrensning og reduktion af gødningsforbrug. Understreg, at god arealanvendelse kan bidrage til at forebygge

overgødskning i kystområder og beskytte

havgræsenge.

FASE 5: EVALUERING

Aktivitetsnavn/titel: **En regndråbes rejse**

Aktivitetsbeskrivelse: Historiefortælling

Eleverne fortæller en kort historie fra en regndråbes perspektiv, mens den rejser til en havgræseng.

Vejledende spørgsmål:

- Hvad opdagede vi om afstrømning?
- Hvordan kan mennesker reducere skadelig afstrømning?

Lærernoter:

Denne fortælleaktivitet giver eleverne mulighed for at demonstrere deres forståelse på en kreativ måde. Hjælp dem med at beskrive en regndråbes rejse trin for trin - hvor den falder (f.eks. by, landbrug eller naturområde), hvordan den bevæger sig (afstrømning, afløb, floder), hvad den

samler op undervejs (f.eks. gødning, sediment), og hvad der sker, når den når havet og en havgræseng.

Tilskynd eleverne til at inkludere tydelige årsags-virknings-sammenhænge, såsom hvordan menneskelige aktiviteter (f.eks. brug af gødning) fører til forurenede afstrømning, og hvordan dette påvirker vandkvalitet og havgræssets sundhed. De bør også vise bevidsthed om løsninger, f.eks. hvordan flere planter eller mindre forurening kan ændre regndråbens rejse og reducere skaden.

Ved evalueringen skal der ses efter logisk rækkefølge (tydelig begyndelse → rejse → resultat), forståelse af afstrømning og forureningens bevægelse, forbindelsen mellem aktiviteter på land og påvirkningen af havmiljøet samt inddragelse af løsninger eller positive handlinger.

EVALUERING

1. Formativ evaluering (under lektionen):

- Observation under opsætning af forsøget
- Overvågning af forudsigelser vs. resultater
- Gruppediskussioner
- Tænk-par-del-refleksioner

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

Vurderingstype:

1. Rollespil

Eleverne laver en teaterfremstilling af historien om en regndråbe fra den foregående aktivitet.

Dokumenteret evidens:

- Forståelse af afstrømningsvejen
- Identifikation af forureningskilder

- Tydelig forbindelse til havgræssets sundhed med at reducere næringsstofforurening.

Dokumenteret evidens:

- Forståelse af beskyttelsesmekanismen
- Korrekt ordforråd

- Tydelig forbindelse til menneskers trivsel

2. Eleverne udfylder en kort Exit Ticket med tre dele:

- **Tegn & sæt** betegnelser på: Lav et flowdiagram, der viser eutrofieringskæden (gødning → afstrømning → hav → algevækst → lys blokeres → havgræs dør).
- **Forklar:** Skriv én sætning, der forklarer, hvorfor uklart vand er skadeligt for havgræs.
- **Handling:** Nævn én ting, du selv kan gøre - eller bede voksne om at gøre - for at hjælpe

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

Del disse med eleverne ved lektionens afslutning:

☐ Jeg kan definere afstrømning fra land

☐ Jeg kan forklare, hvordan forurening fra land når havet

☐ Jeg kan beskrive, hvordan afstrømning påvirker havgræs

☐ Jeg kan definere eutrofiering

☐ Jeg kan foreslå måder at reducere skadelig afstrømning på

Appendiks

Registreringsark Til Forsøg Med Afstrømning

Navn: _____ Dato: _____ Gruppemedlemmer: _____

Vores mini-landskab

Sæt kryds ved det, I brugte:

☐ Jord (landbrugsjord)

☐ Sten (byområde)

☐ Blade (planter)

Hvad tilføjede vi som "forurening?"

☐ Frugtfarve

☐ Papirstykker

Andet: _____

Observationer

1. Vandets klarhed (sæt ring om én):

Klart / Lidt uklart / Meget uklart / Beskidt

2. Hvor hurtigt bevægede vandet sig? (sæt ring om én):

Langsomt / Middel / Hurtigt

3. Hvor meget “forurening” blev transporteret? (sæt ring om én):

Ingen / Lidt / Noget / Meget

Hvad så du? (Skriv eller tegn dine observationer)

Lystest (lommelygte)

Kunne lyset let passere gennem vandet?

Ja / Lidt / Nej

Hvad betyder dette?

Konklusion: Hvad lærte du om afstrømning og forurening?

Tænk over det: Hvor kan dette forurenede vand ende i virkeligheden?

LEKTIONSPLAN 3. VI ER HAVGRÆSVOGTERE

VARIGHED: 45 MINUTTER

LEKTIONSOVERSIGT

Denne lektion giver eleverne mulighed for at tage ansvar for at beskytte havgræsøkosystemer. Eleverne reflekterer over det, de har lært, og skaber et lille oplysnings- eller handlingsprojekt med udgangspunkt i tidligere lektioner om kystbeskyttelse, afstrømning, biodiversitet og bevarelse. Gennem samarbejdsbaserede udendørsaktiviteter udvikler de budskaber, der fremmer bæredygtig adfærd og miljømæssigt ansvar. Lektionen afslutter enheden med fokus på håb, handlekraft og ansvar for naturen.

Med udgangspunkt i denne lektionsplans struktur og pædagogiske tilgang kan lærere også udvikle yderligere oplysnings- og handlingsorienterede lektionsplaner inspireret af aktiviteterne og temaerne i SEAQUEST Curriculum for Teachers. Disse kan omfatte elevkampagner, aktiviteter til bevarelse af strande og kystområder samt samarbejde mellem skole og lokalsamfund, som fremmer aktiv deltagelse i beskyttelse og restaurering af havgræsøkosystemer.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

- Identificere handlinger, der hjælper med at beskytte havgræs
- Genkende, at alle deler ansvaret for marine økosystemer

Færdighedsmål

- Skabe et oplysningsbudskab til en målgruppe
- Udforme en enkel miljøhandlingsplan
- Kommunikere naturvidenskabelige idéer klart og sikkert
- Mål for holdninger og værdier
- Udvide stolthed over at beskytte miljøet
- Værdsætte teamwork i løsningen af miljøproblemer
- Udvide engagement i ansvarlig miljøadfærd

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Sammenfatte naturvidenskabelig viden
- Kommunikere miljøbegreber
- Anvende naturvidenskabelig læring i virkelige sammenhænge

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Udvikle ansvar og forvalterskab
- Identificere bæredygtig adfærd
- Deltage i løsning af miljøproblemer

Digitale kompetencer

- Skabe en kort oplysningsvideo eller digital plakat (valgfrit)

Sociale og civile kompetencer:

- Deltage i demokratisk diskussion
- Samarbejde om fælles mål
- Forstå kollektivt og individuelt ansvar

MATERIALER OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Plakatpapir eller karton
- Tuscher, maling, farveblyanter
- Selvklæbende sedler
- Stort (helst udendørs) område til udstilling

Valgfrie/udvidede materialer

- Tablets/kameraer til optagelse af oplysningsbudskaber. QR-koder til videoer kan printes og limes på plakatudstillinger.
- Eksempler på miljøkampagneplakater (virkelige eksempler eller Figur 1 og 2) til idéer og inspiration.
- Billeder af havgræsenge til inspiration



Figur 1. Eksempler på plakater til oplysning og fortalervirksomhed. Dette billede er genereret ved hjælp af kunstig intelligens.



Figur 2. Eksempler på plakater til oplysning og fortalervirksomhed. Dette billede er genereret ved hjælp af kunstig intelligens.

LEKTIONSSTRUKTUR & AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitetsnavn/titel: **Hvad har vi lært?**

Aktivitetsbeskrivelse:

Denne indledende aktivitet giver eleverne mulighed for at aktivere deres forhåndsviden og se, hvor meget de har lært i enheden. Den skaber også en følelse af fælles præstation og sætter en reflekterende stemning for denne lektion om handling og ansvar.

1. Eleverne sidder i en cirkel udenfor i et roligt, åbent område for at fremme engagement og øjenkontakt.
2. Læreren introducerer en blød bold som en “taleting” for at strukturere turene og sikre én taler ad gangen. “Havgræs beskytter kystlinjer mod erosion” er et eksempel, som læreren starter med og derefter forsigtigt kaster bolden til en elev.
3. Hver elev, der modtager bolden, fortæller én ting, de har lært om havgræs. Svarene kan være naturvidenskabelige fakta, processer eller forbindelser til mennesker. Om nødvendigt kan læreren stille vejledende spørgsmål såsom “Hvordan hjælper havgræs mennesker?” eller “Hvad påvirker havgræssets sundhed?”
4. Efter at have delt sit svar giver eleven bolden videre til en anden klassekammerat. Sådan fortsættes, indtil de fleste elever har delt noget.

5. Læreren registrerer centrale idéer på et stort ark eller en tavle, hvor alle kan se dem, under overskrifter såsom:

- Kystbeskyttelse
- Biodiversitet (opvækstområder)
- Menneskelig påvirkning og forurening fra afstrømning
- Klima og kulstoflagring (hvis tidligere diskuteret)
- Menneskeligt ansvar og bevarelse
- Læreren giver derefter en kort opsummering af idéerne og viser, hvordan de hænger sammen, og hvordan de relaterer til virkelige miljøproblemer.

Forstærkning af budskabet:

“Hvis vi kender noget, kan vi beskytte det.” Eleverne skal vide, at de nu kan bruge deres viden til at skabe forandring, ikke kun til at påpege problemer.

Vejledende spørgsmål:

- Hvorfor er havgræs vigtigt for mennesker?
- Hvilke problemer truer det?
- Kan mennesker gøre en forskel?

Lærernoter:

Denne engagementsfase er designet til at genaktivere tidligere læring, opbygge selvtillid og skabe et fælles grundlag, før eleverne begynder at udvikle deres afsluttende oplysnings- eller handlingsprojekter. Den understøtter refleksion, styrker naturvidenskabeligt ordforråd og hjælper eleverne med at genkende den indbyrdes forbundne karakter af menneskelige systemer og økosystemer.

Se efter omtale af centrale emner:

- Havgræs beskytter kystlinjer ved at reducere bølgeenergi og erosion
- Rødder/jordstængler stabiliserer sediment og hjælper med at holde havbunden sammen
- Havgræs giver levesteder og opvækstområder for marint liv
- Det understøtter fødenet og biodiversitet
- Afstrømning fra land kan forurene vandet og skade havgræs (f.eks. næringsstoffer, affald, sediment)
- Klart vand er nødvendigt for havgræssets fotosyntese og overlevelse
- Menneskelige aktiviteter kan skade eller beskytte havgræsøkosystemer
- Havgræs bidrager til klimaregulering (kulstoflagring)
- Mennesker er afhængige af sunde kyster for sikkerhed, føde og levebrød

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitetsnavn/titel: **Brainstorm for havgræsvogtere**

Aktivitetsbeskrivelse:

Eleverne arbejder i små grupper for at besvare:

“Hvordan kan vi beskytte havgræs fra vores skole, hjem eller lokalsamfund?”

Grupperne brainstormer praktiske handlinger såsom:

- Reducere affald
- Spare på vandet
- Bruge færre kemikalier
- Undervise andre

De organiserer idéerne i:

- Hjemme
- I skolen
- I lokalsamfundet

Vejledende spørgsmål:

- Hvilke små handlinger kan forebygge afstrømning fra land?
- Hvordan kan vi øge bevidstheden?
- Hvem har brug for at vide noget om havgræs?

Lærernoter:

Denne aktivitet flytter læringen fra forståelse af havgræsøkosystemer til anvendelse af viden gennem praktisk lokal handling. Eleverne opfordres til at forstå, at miljøbeskyttelse ikke kun foregår i marine eller naturvidenskabelige sammenhænge, men begynder med daglige valg derhjemme, i skolen og i det bredere lokalsamfund. Fokus er på at stoppe skaden ved kilden - især ved at reducere forurening fra afstrømning, affald og brug af kemikalier - som er store trusler mod havgræssets sundhed.

Tilskynd eleverne til at tænke praktisk og realistisk og ikke opliste idealiserede eller urealistiske løsninger. Bed dem forbinde idéerne med det, de har lært om afstrømning (f.eks. “Hvordan forhindrer denne handling forurening i at nå havet?”). Hjælp grupperne med tydeligt at organisere idéerne under de tre kategorier: Hjemme, I skolen og I lokalsamfundet. Tilskynd eleverne til at vælge alderssvarende og gennemførlige handlinger såsom at reducere affald, undgå unødvendige kemikalier og plante vegetation. Hvis grupperne går i stå, kan du bruge spørgsmål såsom: “Hvad kan vi ændre i vores daglige rutine?” eller “Hvordan kan vi forhindre noget i at blive skyllet ned i afløb?”

Fremhæv, at selv små handlinger kan reducere forurening og beskytte havgræsøkosystemer, og fasthold fokus på handlekraft. Frem teamwork, og sørg for, at alle elever har noget at bidrage med til deres gruppe.

FASE 3: FORKLARING

Aktivitetsnavn/titel: **Fra idéer til kampagne**

Aktivitetsbeskrivelse

Læreren forklarer, at øget bevidsthed hjælper lokalsamfund med at ændre adfærd.

Eleverne danner grupper og vælger ét af følgende projekter:

- Design en plakatkampagne
- Lav en kort tale med titlen “Beskyt vores havgræs”
- Optag en 1-minuts oplysningsvideo (hvis digitale værktøjer er tilgængelige)
- Skriv et brev til familier om praksisser for rent vand.

Forklar, at god kommunikation omfatter:

- Et tydeligt budskab
- Fakta
- Positiv tone
- Opfordring til handling

Vejledende spørgsmål:

- Hvad er det vigtigste budskab, folk bør høre?
- Hvordan kan vi gøre vores budskab tydeligt og stærkt?
- Hvorfor er positivt sprog vigtigt?

Lærernoter:

Forklar eleverne, at øget bevidsthed er en vigtig måde at beskytte havgræsøkosystemer på, fordi det hjælper med at ændre menneskers adfærd i hverdagen. Fremhæv, at naturvidenskabelig forståelse er mere virkningsfuld, når den deles tydeligt med andre, og at selv enkle budskaber kan have reel betydning for lokalsamfund. Hjælp eleverne med at finpudse deres idéer og sikre, at deres valgte projekt (plakat, tale, video eller brev) formidler ét tydeligt, fokuseret budskab frem for flere budskaber.

Udfordr eleverne til at anvende korrekt naturvidenskabelig information fra enheden: afstrømning, forurening, sediment, erosion og havgræssets rolle i kystbeskyttelse. Fortæl dem:

“God kommunikation skal være enkel, faktuel og let for andre at forstå”. Bed dem tænke over, hvem deres målgruppe er, og hvad de ønsker, at målgruppen skal gøre med budskabet.

Fremhæv betydningen af at bevare en positiv og løsningsorienteret tone. Eleverne bør ikke kun analysere problemer, men også vise, hvordan små, praktiske skridt kan hjælpe med at beskytte havgræs. Fortæl dem, at brug af tydeligt sprog, stærkt naturvidenskabeligt ordforråd og en klar opfordring til handling vil gøre deres budskab mere virkningsfuldt og meningsfuldt.

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitetsnavn/titel: **Udendørs oplysningsrute om havgræs**

Aktivitetsbeskrivelse:

1. Eleverne opstiller deres plakater/taletekster/breve rundt omkring på skolens område.
2. Grupperne roterer og præsenterer deres budskab.
3. Mulighed: Inviter en anden klasse til at gå gennem “Oplysningsruten om havgræs”.

Eleverne forklarer:

- Hvorfor havgræs er vigtigt
- Hvad der truer det
- Hvad mennesker kan gøre

Vejledende spørgsmål:

- Hvordan føltes det at undervise andre?
- Hvilke idéer var mest overbevisende?
- Hvad kan der ske, hvis vores lokalsamfund handler?

Lærernoter:

Giv eleverne tid og plads til tydeligt at udstille deres plakater, taler eller breve rundt omkring på skolens område. Facilitér rotationen, så hver gruppe kan dele sit budskab og have en struktureret interaktion med de andre. Hvis en anden klasse inviteres, støt organiseringen af en “Oplysningsrute om havgræs”, så bevægelsen mellem stationerne foregår smidigt, og alle elever er engagerede og respektfulde. Når eleverne præsenterer, skal de tydeligt forklare, hvorfor havgræs er vigtigt, hvad der truer det, og hvad mennesker kan gøre for at beskytte det, med relevant brug af ordforrådet fra enheden.

Opbyg selvtillid i kommunikationen. Fremhæv, at eleverne fungerer som miljøformidlere, der videregiver vigtige naturvidenskabelige idéer til deres klassekammerater. Efter præsentationerne bruges vejledende spørgsmål til at hjælpe eleverne med at reflektere. Eksempler: Hvordan føltes det at undervise andre? Hvilke idéer var mest overbevisende? Hvordan kan handling fra lokalsamfundet gøre en forskel? Hold stemningen positiv og fejringpræget, og anerkend indsats, kreativitet og teamwork.

FASE 5: EVALUERING

Aktivitetsnavn/titel: **Mit løfte til havgræsset**

Aktivitetsbeskrivelse:

Eleverne skriver et personligt løfte:

“Jeg lover at hjælpe med at beskytte havgræs ved at _____.”

Eleverne bliver bedt om at vælge en reel og konkret handling, de kan udføre på baggrund af det, de har lært gennem enheden (f.eks. reducere affald, bruge mindre plastik, sprede viden eller beskytte vandkvaliteten). De kan skrive deres løfte på et kort og skabe en fælles “Løftevæg” i klasseværelset. Eleverne inviteres derefter til at dele deres løfte med gruppen (frivilligt eller i små cirkler) for at styrke ansvarlighed og fælles ansvar.

Vejledende spørgsmål:

- Hvad er én ting, du kan gøre i dag for at hjælpe med at beskytte havgræs?
- Hvad kan du gøre hver dag for at reducere forurening eller bidrage til sundere have?
- Hvorfor er enhver handling, uanset hvor lille, vigtig for miljøet?
- Hvordan vil dit løfte hjælpe mennesker, dyr eller miljøet?

Lærernoter:

Undgå generelle udsagn. Hjælp eleverne med at forbinde deres løfte med idéer fra enheden såsom at reducere forurening fra afstrømning, beskytte kysthabitater eller øge bevidstheden. Skab en følelse af fælles ansvar ved at udstille eller diskutere arbejdet som gruppe, men lad stadig de elever, der ønsker det, dele, så de føler sig trygge.

Skab et støttende og reflekterende miljø, der hjælper eleverne med at forstå, at individuelle handlinger tilsammen fører til større miljømæssige forandringer, når alle bidrager i et lokalsamfund. Mind dem om, at målet ikke er perfektion, men bevidsthed og vilje til at handle. Afslut lektionen på en positiv og styrkende måde ved at fremhæve, at eleverne nu har viden og evne til at være aktører for positiv forandring for havgræsøkosystemer og kystmiljøer.

EVALUERING

1. Formativ evaluering (under lektionen):

- Deltagelse i brainstorming
- Samarbejde under udviklingen af kampagnen
- Nøjagtigheden af information, der deles i præsentationerne
- Kvaliteten af ræsonnementet i diskussionerne

2. Summativ evaluering (ved lektionens afslutning)

Exit Ticket – kampagnebudskab (én sætning)

Skriv én stærk sætning til en kampagne for at beskytte havgræs:

“-----
-----”

(Din sætning skal indeholde, hvorfor havgræs er vigtigt og/eller hvad mennesker bør gøre for at beskytte det)

Lærerens fokus ved evaluering:

- Tydeligt miljøbudskab
- Indeholder havgræssets betydning eller en trussel
- Foreslår handling eller øget bevidsthed
- Positiv, overbevisende tone

Dokumenteret evidens:

- Indholdets nøjagtighed
- Kommunikationsfærdigheder
- Anvendelse af læring

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

Del disse med eleverne ved lektionens afslutning:

- ☐ Jeg kan forklare, hvorofr havgræs er vigtigt
- ☐ Jeg kan beskrive måder, hvorpå mennesker påvirker havgræs
- ☐ Jeg kan foreslå handlinger til at beskytte havgræs
- ☐ Jeg kan skabe et budskab, der opfordrer andre til at engagere sig

B7. TEMATISK MODUL 7: HAVGRÆS ER I VID UDSTRÆKNING UUDFORSKET

Damla Kiral
STANDO LTD, CYPERN

Anna Nicolaou
STANDO LTD, CYPERN

Merve Buba
STANDO LTD, CYPERN

LEKTIONSPLAN 1. FORSKERTEAMS FOR HAVGRÆS & HAVTEKNOLOGI

LEKTIONSOVERSIGT

I denne lektion opdager eleverne, hvordan forskere bruger moderne teknologier - såsom satellitter, droner og undervandsfartøjer - til at undersøge havgræsenge. De lærer, at mange forskellige typer eksperter arbejder sammen for at forstå og beskytte havgræs. Gennem en rollespilsaktivitet danner eleverne tværfaglige "Forskerteams for havgræs" og arbejder sammen om at analysere en reel overvågningsudfordring. Lektionen afslutter modulet ved at formidle, at beskyttelse af havgræs kræver teknologi, teamwork og fælles ansvar.

LÆRINGSMÅL

Vidensmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Identificere eksempler på teknologier, der bruges til at undersøge havgræs (satellitter, droner, sonar)
- Genkende, at forskning i havgræs indebærer samarbejde mellem forskere fra forskellige fagområder
- Forklare, hvorfor tværfagligt teamwork fører til bedre naturvidenskabelig forståelse og mere effektiv bevarelse

Færdighedsmål

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Fortolke enkle visuelle data (kort eller luftfotos)
- Arbejde sammen inden for tildelte ekspertroller og bidrage meningsfuldt til gruppens beslutninger
- Præsentere gruppens resultater tydeligt

Mål for holdninger og værdier

Ved lektionens afslutning vil eleverne kunne:

- Værdsætte betydningen af teamwork i naturvidenskab
- Udvikle respekt for forskellige roller og bidrag
- Værdsætte teknologi som et redskab til miljøbeskyttelse

UDVIKLEDE KOMPETENCER

Kompetencer inden for naturvidenskabelig dannelse:

- Forstå, hvordan naturvidenskabelige redskaber hjælper med at indsamle data
- Forbinde evidens med konklusioner
- Problemløsning gennem samarbejde

Kompetencer inden for miljømæssig dannelse:

- Genkende, hvordan menneskelig aktivitet påvirker havgræsøkosystemer, og behovet for løbende overvågning
- Forstå, at bevarelse kræver planlægning og forskning

Digitale kompetencer

- Fortolke enkle luftfotos
- Opbygge bevidsthed om de forskellige digitale teknologier og fjernmålingsteknologier, der er tilgængelige til overvågning af havgræs

Sociale og civile kompetencer:

- Samarbejdsbaseret teamwork
- Ansvar i rollen
- Respektfuld kommunikation og fælles beslutningstagning

MATERIALER

OG RESSOURCER

Nødvendige materialer

- Printede luftfotos af en havgræseng (før & efter ændring) – se Figur 1
- Rollekort (biolog, ingeniør, dataforsker, lokalsamfundsleder, dykker)
- Stort plakatpapir
- Tuscher og blyanter
- Enkle faktakort, der beskriver hver rolle

Valgfrie/udvidede materialer

- Kort børnevenlig video om undervandsdroner: <https://www.youtube.com/shorts/Wxv2dwekeW8> (1-minuts video)
- Tablets til at zoome ind på digitale kort eller Google Earth for at udforske satellitbilleder af kystområder: https://earth.google.com/web/search/sea-grass/@35.08899515,32.30432273,-0.1883626a,916.33232415d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCXSN6XeqjUFAEZ2qC1_djEFAGbWZZoGyJUBAIQE1opK8I0BAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA
- Eksempel på et forenklet sonarbillede for at vise, hvordan dybdedata indsamles



Figur 1. Billede, der viser udbredelsen af en havgræseng ved en kystlokaltet i dens nuværende tilstand og dens forventede tilstand 20 år ude i fremtiden. Dette billede er genereret ved hjælp af kunstig intelligens.

LEKTIONSSTRUKTUR

& AKTIVITETER

FASE 1: ENGAGEMENT

Aktivitet: **Hvordan kan vi se under vand?**

- Vis et luft- eller satellitbillede af en kystlinje, hvor områder med havgræs er tydeligt markeret.
- **Spørg:** “Hvordan tog forskerne dette billede, hvis havgræs lever under vand?”
- Introducer enkle, visuelle forklaringer af de vigtigste overvågningsteknologier (se lærernoter nedenfor).
- Forklar, at ingen enkelt forsker kan gøre alt alene - forskellige eksperter arbejder sammen i forskerteams.

Vejledende spørgsmål

- Kan vi se havgræs fra rummet? Hvordan?
- Hvilke redskaber kan hjælpe forskere med at undersøge planter, der lever under vand?
- Hvorfor er én forsker måske ikke nok til at undersøge en hel havgræseng?

Lærernoter:

Introducer så mange af følgende teknologier, som passer til gruppen, og hold forklaringerne enkle og visuelle. Brug billeder eller korte videoklip til at vise, hvordan redskaberne bruges i virkeligheden. Undgå tungt teknisk sprog. Det centrale begreb er, at redskaber hjælper forskere med at indsamle information sikkert, præcist og i skalaer, som ville være umulige at undersøge manuelt.

Kortlægning og overvågning af havgræsenge:

- **Satellitter:** Registrerer havgræssets udbredelse, tæthed og ændringer over tid ved hjælp af spektrale (lys-)signaturer, der kan ses fra kredsløb.
- **Droner:** Leverer detaljerede luftfotos af lavvandede kystzoner og er ideelle til mindre undersøgelser eller opfølgende studier.
- **Specialiseret billeddannelse:** Ofte luft- eller dronebaserede hyperspektrale sensorer, der skelner mellem arter ud fra præcis lysrefleksion og vurderer fysiologisk sundhed ved at analysere absorptionskarakteristika.

Undervandsobservation og -overvågning:

- **Undervandskameraer & GoPros:** Bruges til hurtige, ikke-destruktive undersøgelser for at overvåge biodiversitet og identificere forstyrrelser.
- **SCUBA-undersøgelser & kvadratprøvetagning:** Forskere dykker for direkte at måle havgræsdekke og skudtæthed, identificere artssammensætning og indsamle prøver.
- **Akustiske systemer (sonar):** Skaber billeder i høj opløsning af havbunden.
- **ROV'er (fjernstyrede undervandsfartøjer):** Gør det muligt for forskere sikkert at udforske dybere eller svært tilgængelige områder uden at skulle dykke.

Vandkvalitet og miljøsensorer:

- **Turbiditets- og lyssensorer:** Måler, hvor meget sollys der når havgræsset, hvilket er afgørende for fotosyntesen.
- **Vandkvalitetssonder:** Overvåger centrale parametre, herunder næringsstoffer, opløst ilt og pH, som indikerer forurening eller eutrofiering.
- **Temperatur- & saltholdighedsloggere:** Registrerer miljøændringer, der kan påvirke havgræs.
- **Laboratorieanalyse:** Bruges til at undersøge havgræsprøver (f.eks. næringsstofanalyse, mængden af epifytter, påvisning af forurenende stoffer, biomasse og produktivitet osv.).

FASE 2: UDFORSKNING

Aktivitet: **Forsker teams for havgræs**

- Del eleverne op i små grupper (helst 5 elever pr. gruppe, én pr. rolle).
- Tildel hver elev et rollekort og det tilsvarende faktaark:
 - Biolog: Undersøger planterne, dyrene og økosystemets overordnede struktur, funktion og sundhed
 - Ingeniør: Designer, implementerer og vedligeholder overvågningsredskaber såsom droner og sensorer
 - Dataforsker: Analyserer satellitbilleder, luftfotos og feltdata for at identificere mønstre og tendenser
 - Dykker: Udfører direkte undervandsobservationer og indsamler fysiske prøver
 - Lokalsamfundsleder: Repræsenterer lokalsamfund, formidler forskningsresultater og bidrager til beslutninger
- Giv hvert team to printede billeder (Figur 1): et billede af havgræssets udbredelse i år 1 og et billede fra år 20, der viser synlig tilbagegang.
- Hvert team diskuterer og registrerer deres svar på plakatpapir:
 - Hvad har ændret sig mellem år 1 og år 20?
 - Hvad kan have forårsaget disse ændringer?
 - Hvad bør teamet gøre nu? Hvad anbefaler hver ekspert?

Vejledende spørgsmål

- Hvilke forskelle kan I se mellem de to billeder?
 - Hvilken specifik information bidrager jeres rolle med til teamets forståelse?
 - Hvordan kan jeres team kombinere de forskellige perspektiver for at finde en løsning?
- Vejledende spørgsmål:
- Hvilke små handlinger kan forebygge afstrømning fra land?
 - Hvordan kan vi øge bevidstheden?
 - Hvem har brug for at vide noget om havgræs?

Lærernoter:

Tilskynd eleverne til at tale ud fra deres tildelte ekspertperspektiv frem for blot at komme med personlige meninger. Mind klassen om, at alle roller er lige vigtige. Gå rundt mellem grupperne for at opmuntre mere stille elever, og udfordr grupper, der bliver tidligt færdige, med: “Hvad ville I have brug for at vide for at være mere sikre på jeres konklusioner?”

FASE 3: FORKLARING

Aktivitet: **Hvorfor teams er vigtige**

- Hver gruppe præsenterer sin plakat for klassen og forklarer, hvad de fandt, og hvad de anbefaler.
- Læreren faciliterer en kort klassesdiskussion og fremhæver de centrale idéer:
 - Teknologi udvider det, forskere kan observere og måle
 - Hver ekspert bidrager med en anden type viden og perspektiv

- Samarbejde giver mere fuldstændige og pålidelige konklusioner
- Knyt tilbage til modulets centrale princip: Der er stadig meget at lære om havgræs, og derfor er løbende forskning og overvågning så vigtig.

Vejledende spørgsmål

- Kunne én ekspert have løst dette problem alene? Hvorfor eller hvorfor ikke?
- Hvordan gjorde teknologien teamets arbejde lettere eller mere præcist?
- Hvad kan der ske med en havgræseng, hvis ingen overvåger den?

Lærernoter:

Fremhæv temaet om fælles ansvar: Beskyttelse af et økosystem er ikke én enkelt persons eller professions opgave. Understreg, at jo mere vi forstår om havgræs, desto bedre rustet er vi til at beskytte det. Hvis eleverne når frem til forskellige konklusioner i deres grupper, er dette en god mulighed for at diskutere, hvordan forskere sammenligner og vurderer evidens, før de når til enighed

FASE 4: UDBYGNING

Aktivitet: **Design et fremtidigt redskab**

- Eleverne arbejder individuelt med at tegne eller designe et tænkt “Fremtidigt forskningsredskab til havgræs”.
- De sætter betegnelser på deres design med:
 - Hvad det gør
 - Hvordan det indsamler eller overfører data
 - Hvem der vil bruge det (hvilken ekspertrolle)
- Eleverne deler kort deres opfindelser med en makker eller klassen.

Vejledende spørgsmål

- Hvilket problem ville jeres redskab løse, som nuværende redskaber ikke kan?
- Ville det flyve, flyde, dykke eller kredse i rummet? Hvordan ville det fungere?
- Hvordan ville det hjælpe forskere med at lære mere om havgræs?

Lærernoter:

Tilskynd kreativitet og fantasifuld tænkning, men hjælp forsigtigt eleverne med at forbinde deres idéer med reelle overvågningsbehov, som blev diskuteret tidligere i lektionen. Accepter alle idéer - målet er at konsolidere læringen gennem kreativ anvendelse, ikke at teste teknisk nøjagtighed.

FASE 5: EVALUERING

Aktivitet: **Refleksion over forskerteamet**

Aktivitetsbeskrivelse:

Eleverne udfylder en kort individuel refleksion (skriftligt eller tegnet), hvor de registrerer:

- Én teknologi, forskere bruger til at undersøge havgræs
- Én ekspertrolle i et forskerteam for havgræs
- Én grund til, at teamwork er vigtigt i naturvidenskabelig forskning

Vejledende spørgsmål

- Hvad er det vigtigste, du lærte om at undersøge havgræs i dag?
- Hvilken ekspertrolle syntes du var mest interessant, og hvorfor?
- Hvorfor er det vigtigt, at forskere med forskellig ekspertise arbejder sammen?

Lærernoter:

Mens eleverne udfylder deres refleksioner, skal du lytte efter tegn på, at de forstår forskning som en løbende samarbejdsproces. Nogle elever foretrækker måske at tegne frem for at skrive - begge dele er lige gyldige svarformer. Indsaml refleksionerne som en hurtig formativ kontrol af den individuelle forståelse.

EVALUERING

1. Formativ evaluering:

- Lærerens observation af elevernes deltagelse under rollespillet og gruppediskussionerne
- Kvaliteten og dybden af bidrag inden for ekspertrrollerne
- Observationer under gruppepræsentationerne: indholdets nøjagtighed, brug af nøgleord og forklaringens tydelighed

2. Summativ evaluering

Vurderingstype: Koncepttegning med kort skriftlig forklaring

Eleverne afleverer:

- En tegning med betegnelser af deres “Fremtidige forskningsredskab til havgræs” (fra fase 4)
- Et kort skriftligt svar på spørgsmålet:
- “Hvorfor bruger forskere teknologi og teamwork til at undersøge havgræs?”

Dokumenteret evidens:

- Forståelse af teknologiens rolle i overvågning af havgræs
- Genkendelse af værdien af tværfagligt samarbejde
- Korrekt brug af nøgleord: teknologi, overvåge, forskning, data, samarbejde, økosystem
- Evne til at forbinde naturvidenskabelige redskaber og teamwork med resultater inden for miljøbeskyttelse

SUCCESKRITERIER (til eleverne)

Del følgende tjekliste med eleverne ved lektionens afslutning:

○ Jeg kan nævne mindst ét redskab, som forskere bruger til at undersøge havgræs.

○ Jeg kan forklare, hvorfor forskerteams for havgræs omfatter eksperter med forskellige færdigheder.

○ Jeg kan beskrive, hvordan teknologi hjælper forskere med at beskytte marine økosystemer.

○ Jeg kan samarbejde i et team om at analysere et problem og foreslå løsninger.

BILLEDEKILDER

Amoutzopoulou-Schina, H., 2007. The meadows of marine phanerogams in Pagasitikos Gulf. PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, School of Biology, Institute of Botany, Thessaloniki, p. 322 (in greek).

Collier,C.J., Langlois, L.M., McMahon, K.M., Udy, J., Rasheed, M., Lawrence, E., Carter , A.B., M.W. Fraser, M.W., McKenzie, L.J., 2021. What lies beneath: Predicting seagrass below-ground biomass from above-ground biomass, environmental conditions and seagrass community composition. *Ecological Indicators* 121, 107156

Green, E.P., Short, F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. University of California press, London, England, pp. 298.

Heck Jr., K.L., Carruthers, T.J.B., Duarte, C.M., R. Hughes, Kendrick, G., Orth, R.J., Williams, S.W., 2008. Trophic transfers from seagrass meadows subsidize diverse marine and terrestrial consumers. *Ecosystems* 11, 1198–1210.

Kevrekidis, T., Boubonari, T., Malea, P., Mogias, A., Apostoloumi, C., Kevrekidou, A. (2024). Exploring the coastal lagoons. *Hellenic Foundation for Research and Innovation (HFRI)*, 75 p. (in greek). <https://bluenodes.eled.duth.gr/>

Kevrekidou, A., Assimopoulou, A.N., Trachana, V., Stagos, D., Malea, P., 2024. Antioxidant activity, inhibition of intestinal cancer cell growth and polyphenolic compounds of the seagrass *Posidonia oceanica*'s extracts from living plants and beach casts. *Marine Drugs* 22(3), 130.

Kim, J.-H., Kim, S.H., Kim, Y.K., Park, J.-I., Lee, K.-S., 2016. Growth dynamics of the seagrass *Zostera japonica* at its upper and lower distributional limits in the intertidal zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 175, 1–9.

Malea, P., Mylona, Z., Kevrekidis, T., 2019. Trace elements in the seagrass *Posidonia oceanica*: Compartmentation and relationships with seawater and sediment concentrations. *Science of the Total Environment* 686, 63–74.

Murphy, G.E.P., Dunic, J.C., Adamczyk, E.M., Bittick, S.J., Côté, I.M., Cristiani, J., Geissinger, E.A., Gregory, R.S., Lotze, H.K., O'Connor, M.I., Araújo, C.A.S., Rubidge, E.M., Templeman, N.D., Wong M.C., 2021. From coast to coast: ecology and management of seagrass ecosystems across Canada. *FACETS* 6: 139–179.

Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., Waycott, M., 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350, 3 – 20.

Strydom, S., McCallum, R., Lafratta, A., Webster, C.L., O'Dea, C.M., Said, N.E., Dunham, N., Inostroza, K., Salinas, C., Billingham, S., Phelps, C.M., Campbell, C., Gorham, C., Bernasconi, R., Frouws, A.M., Werner, A., Vitelli, F., Puigcorbé, V., D'Cruz, A., McMahon, K.M., Robinson, J., Huggett, M.J., McNamara, S., Hyndes, G.A., Serrano, O., 2023. Global dataset on seagrass meadow structure, biomass and production. *Earth System Science Data* 15, 511–519.

Algaebase

<https://www.algaebase.org/>

Ocean Image Bank

<https://oceanimagebank.theoceanagency.org>

Seagrass-Watch

<https://www.seagrasswatch.org/>



UDVIKLING AF VIDEN OM



seaquestproject.eu



**Co-funded by
the European Union**

Finansieret af Den Europæiske Union. De synspunkter og meninger, der kommer til udtryk, er dog udelukkende forfatterens/forfatternes og afspejler ikke nødvendigvis Den Europæiske Unions eller det nationale agentur for Erasmus+-programmet og Det Europæiske Solidaritetskorpsets synspunkter. Hverken Den Europæiske Union eller den enhed, der yder tilskuddet, kan holdes ansvarlig for dem.