



LÆRERVEJLEDNING

# Regn Lyden Ud - i fysiktimen

CENTER FOR MAKROÖKOLOGI,  
EVOLUTION OG KLIMA  
KØBENHAVNS UNIVERSITET



 Uddannelses- og  
Forskningsministeriet

## Velkommen til Regn Lyden Ud - i fysiktimen: Online undervisningsmateriale og øvelser, der sætter fokus på lydens fysik og på kunstig intelligens.

Undervisningsmaterialet har fokus på bølgelængde, frekvens, udbredelseshastighed og fysiske egenskaber ved lyd. Materialet lægger sig tæt op ad Fysik C kernestoffet, der omhandler lyd og bølger.

Du og dine elever kommer til at diskutere lyd som bølger, og eleverne får et indblik i, hvordan man kan forstå lyd ved at kigge på lydens energi ved forskellige frekvenser. I skal også se på, hvordan energien varierer i tid, og finder ud af, hvordan I kan forstå forskellige lydes egenskaber ved at forstå spektrogrammet. Sidst men ikke mindst får eleverne et crash-course i at bruge kunstig intelligens til at forstå lyd som data, og en introduktion til at arbejde med neurale netværk. Det hele munder ud i en øvelse, der indeholder videnskabeligt feltarbejde og team-work, og hvor forståelse af lyd sammen med evnen til at arbejde med neurale netværk bliver afgørende for, hvilket hold der klarer den afsluttende quiz bedst. Rent praktisk skal eleverne ud og opsamle lyd og lære at analysere og forstå spektrogrammer.

### Forløbet

Materialet kan med fordel bruges i undervisningen i to moduler med et par dages mellemrum.

- **Introduktion:** 1-2 lektioner indlejret i et forløb med emnet lyd. I introduktionen skal eleverne gennemgå selve undervisningsmaterialet og præsenteres for øvelsen og den afsluttende quiz. I grupper skal eleverne forberede den praktiske øvelse.
- **Øvelse - del 1: Lydoptagelse:** Eleverne skal gruppevis optage lyde og omdanne dem til spektrogrammer. Dette kan med fordel gøres som lektie - ideelt set har eleverne et par dage til at opsøge og optage forskelligartede lyde. Hvis eleverne skal indsamle lyde i skoletiden, skal der sættes ca. 1 lektion af til det.

- **Øvelse - del 2: Sammenligning af spektrogrammer og afsluttende quiz: 1 lektion:** Gruppearbejde, hvor eleverne sammenligner og analyserer de spektrogrammer, de har optaget. Som afslutning sætter du gang i en kahoot-quiz. Opsamling og kobling til pensum.

### Materialet består af flg. dele

- Selve undervisningsmaterialet: Tekst med indlagte videoklip - find det på [regnydenud.dtu.dk](http://regnydenud.dtu.dk).
- Denne lærervejledning.
- Kahoot-quiz: klik her eller åbn [kahoot.com](http://kahoot.com) og søg på "Regn Lyden Ud".
- Facitliste til quiz - se bilaget for korte forklaringer.

### Hvem står bag Regn Lyden Ud?

Undervisningsmaterialet Regn Lyden Ud er udviklet på DTU.

**Regn Lyden Ud - i fysiktimen** er udviklet i forbindelse med Forskningsdøgn 2019. Undervisningsmaterialet tager afsæt i et forskningsprojekt ved Center for Makroøkologi, Københavns Universitet, der havde til formål at kortlægge lyden af Danmark. Forskningsprojektet brugte kunstig intelligens til at analysere de indsamlede lyde - og den del af projektet var DTU ansvarlig for. **Regn Lyden Ud - i fysiktimen** kobler derfor fysik og kunstig intelligens. Materialet er (så vidt vides) det første af sin art, der på dansk tilbyder en mulighed for at introducere grundlæggende teknisk forståelse af kunstig intelligens i fysik-undervisningen i gymnasiet.

Tak til gymnasielærer Simon Pedersen for faglig bistand - ikke mindst hjælp til at koble materialet til gymnasiets undervisning.

Redaktion: DTU (Andreas Ussingø, Christina Madvig Christensen & Jesper Spangmark Nielsen).

Projektet er økonomisk støttet af **Uddannelses- og Forskningsministeriet / Forskningsdøgn**.

## Bilag: Forklaringer på Kahoot-svar

Kort liste med forklaringer til de rigtige svar i kahoot'en Regn Lyden Ud. Forklaringen tager udgangspunkt i det karakteristiske i lydenes spektrogrammer - og sammenligner ind imellem også med hvordan spektrogrammerne for de forkerte svarmuligheder ville se ud.

- 1. Motor.** Motoren kendes på, at der er bredbåndsstøj: Det runger over det hele. Hvis spektrogrammet i stedet havde været af lyden af en hund, der gøede, så ville det have været en tidlig struktur - lyd med pauser ind imellem. Men spørgsmålet er ikke helt nemt - spektrogrammet kunne også have været af lyden af en lastbil eller af byggeri.
- 2. Hund, der gøer.** Her skal I forestille jer, at hunden siger "vuf," og så er der en pause, og så siger den "vuf" og pause igen. Spektrogrammet viser en meget klar tone, der er relativt høj. I det her tilfælde er det relativt højfrekvent i forhold til en samtale.
- 3. Græsslåmaskine.** I kan kende græsslåmaskinens lyd fra fx vind ved den meget klare tone: Græsslåmaskinen har en lavfrekvent brummen, 'brmmmm', hvorimod vind har en mere 'sssss'-bredsprektrumslid, der ville gøre spektrogrammet mere gult. Lyden af en scooter vil adskille sig fra græsslåmaskinens lyd ved at scooteren højst sandsynligt vil bevæge sig hurtigere end den, der optager. Det betyder, at I ville kunne se, at lyden kom tættere og tættere på og få et højere og højere energiniveau - for så at forsvinde igen. Græsslåmaskinen bevæger sig sjældent særligt hurtigt, medmindre man er exceptionelt glad for at slå græs og løber rundt.
- 4. Scooter.** Her ser I at lyden kommer tættere og tættere på - og forsvinder igen. Og så sker det én gang til, fordi scooteren vender om og kommer tilbage for til sidst at fjerne sig igen.
- 5. Vind.** Vind har et bredspektret spektrogram, hvor der er energi på tværs af alle frekvenser. Det som I også ser er et par vindstød.
- 6. Ambulance.** Dette spektrogram blev præsenteret i undervisningsmaterialet. Optagelsen viser noget, der har en næsten ren tone, som stiger og falder og stiger og falder. Den stiger også lidt i amplitude, fordi den bliver mere gul - og så forsvinder den igen. I skal forestille jer, at ambulancen kører tættere på og siger "wuu wuu wuu" og så forsvinder den ligeså stille væk fra jer.
- 7. Byggeri.** I dette spektrogram er der ingen klare toner - det taler imod at spektrogrammet viser tonerne fra en kat eller et bilhorn. Spektrogrammet af en katts mjaven ville have haft klart meget mere tonestruktur, ligesom når vi ser et menneske, der taler. Så ville vi se et mønster af bølger, der ligesom går opad i spektrogrammet, som gentager sig. Det er heller ikke vind, som vi så før, men til gengæld er det byggeri: Det vi ser her hen mod slutningen er måske en eller anden, der slår på noget.
- 8. Klokke.** Spektrogrammet her viser meget rene, lige toner - lige som på den 'singing bowl', I så i undervisningsmaterialet. Vi kan udelukke en fugl - den ville nok ikke synge kontinuerligt, og tonelejet ville variere, så det ville være noget, der gik op og ned.
- 9. Kat.** Her har vi lyden af en kat: Vi har en tonestruktur, vi har en fundamental frekvens og noget, der gentager sig. Og så varierer den faktisk også, sådan så lyden går op eller ned. Hvis spektrogrammet havde vist en løber, havde det været én med et ret mærkeligt løb, for I ser ikke den regelmæssige struktur af lyden fra fødderne, der rammer jorden igen og igen med jævne mellemrum. Katten her miaver på ikke-regelmæssige tider.
- 10. Lastbil, der bakker.** Det I skal forestille jer her, er en lastbil der siger "beep beep beep" og så begynder den at køre fremad. I kan se en klar tonestruktur fra motoren og den gentagne beep-lyd.
- 11. Løber.** Her har vi en regelmæssig struktur af en, der løber. Måden man kan se forskel på, om det er en, der løber, eller en, der går, er hvor tætte de her streger er. Man løber måske ca. dobbelt så hurtigt, som man går, og det ville man kunne se på de her 30 sekunder.

12. **Ringeklokke.** Lyden her svarer fuldstændigt til det, I hørte, da der blev slået på en klokke i videoklipet i undervisningsmaterialet.
13. **Fugl.** En fugl vil ofte have et relativt højfrekvent skrig eller sang. I den her situation er den helt oppe i toppen af spektrogrammet og vi ser samtidigt, at når vi sammenligner med katten eller hunden, at den har de her højere frekvenser, og at den holder pauser imellem at den synger.
14. **Samtale.** Her ser vi en struktur af mennesketale, hvor vi har nogle toner, der går op og ned, og vi ser de her fonemer. Det gør det svært at tyde spektrogrammet, at der er tale om en samtale imellem mange mennesker. Så lydene ligger oven i hinanden.
15. **Bildør.** Det vi ser her, er noget, der måske kan snyde, for vi har stået og smækket en bildør i cirka 30 sekunder. Vi ser den lavfrekvente men også bredspektrede støj, der er meget kortvarig og bliver gentaget. Så vi smækker en bildør igen og igen henover 30 sekunder.