

Kan pakningsgraden i ensilage måles med lydbølger?

Ole Green er studerende på KVL

ensilagens pakningsgrad måles med lydbølger?

- Afsluttet FarmTest

Lydbølger er blevet afprøvet i et forsøg på at måle pakningsgraden i ensilagestakke. Det lykkedes ikke med udstyr, som geologer anvender ved seismiske undersøgelser af jorden. Der er gode muligheder for, at pakningsgraden kan bestemmes ved brug af lydbølger med et nyt udstyr tilpasset ensilage.

Indhold

- [Baggrund](#)
- [Forsøgsudstyr](#)
- [Forsøget](#)
- [Resultater og diskussion](#)
- [Perspektiver](#)
- [Teori om seismik](#)



Ved at hamre på en plade blev der udsendt et lydsignal i ensilagestakken.

Baggrund

Geologer anvender seismiske målinger til kortlægning af jorden. Jordmoderen anvender ultralyd til skanning af ufødte børn. Begge dele udnytter refleksionen fra lydbølger med en given frekvens og styrke. Umiddelbart lyder det enkelt, og derfor er det også nærliggende at forsøge at overføre principperne fra metoderne til måling af ensilagens pakningsgrad.

For at undersøge om lydbølger kan bruges til måling af, hvor kompakt ensilagen er, blev der i samarbejde med stud. agro. Ole Green gennemført et pilotprojekt, hvor seismisk udstyr blev afprøvet på tre ensilagestakke.

Pakningsgraden i ensilage har stor betydning for holdbarhed og kvalitet. På baggrund af stakkens volumen og den mængde grønmasse, der bliver lagt i stakken, er det muligt at beregne hvor godt stakken er pakket. En sådan beregning vil være et gennemsnit for stakken og giver ingen information om variationen i stakken. Desuden kan pakningsgraden være vanskelig at bestemme, mens grønmassen bliver lagt ind. Landmænd og maskinstationer efterspørger derfor en metode, der hurtigt og enkelt måler, hvor godt ensilagen bliver pakket.

[▲ til top](#)

Forsøgsudstyr



Det seismiske forsøgsudstyr består af: hammer, aluminiumplade, 12 geofoner (kun én er vist), ledning, omformer, batteri og en bærbar pc.

Hammeren frembringer en lydimpuls, når den rammer aluminiumspladen. De 12 geofoner opfanger lydimpulsen, og via ledningen og omformeren bliver resultatet vist på den bærbare pc. Omformeren kræver et 12 V batteri for at kunne behandle impulserne fra geofonerne.

Forsøget



Stak nr. 1 med byghelsædsensilage.



Stak nr. 2 med byghelsædsensilage med majsensilage ovenpå.



Stak nr. 3 med majsensilage.

Lydmålingerne blev foretaget i tre forskellige stakke. De to af de tre ensilagestakke, som blev udvalgt til undersøgelsen, lå på et fast betonunderlag, ud fra en forventning om, at betonunderlaget ville give den bedste refleksion og dermed den bedste mulighed for at beregne densiteten. Begge stakke indeholdte byghelsædsensilage, men på stak nr. 2 var der lagt majsensilage ovenpå. Den sidste stak var en 60 meter lang storpose med majsensilage, som blev valgt ud fra den langstrakte pølseform.

I stakkene på betonunderlag blev der 2 meter fra lydkilden og langs midten af stakken placeret 12 geofoner med 2 meters individuel afstand. På posen var der 2 meter fra lydkilden til den første geofon, herefter var de første otte geofoner placeret med 2 meters mellemrum og de næste fire geofoner med 10 meters mellemrum.

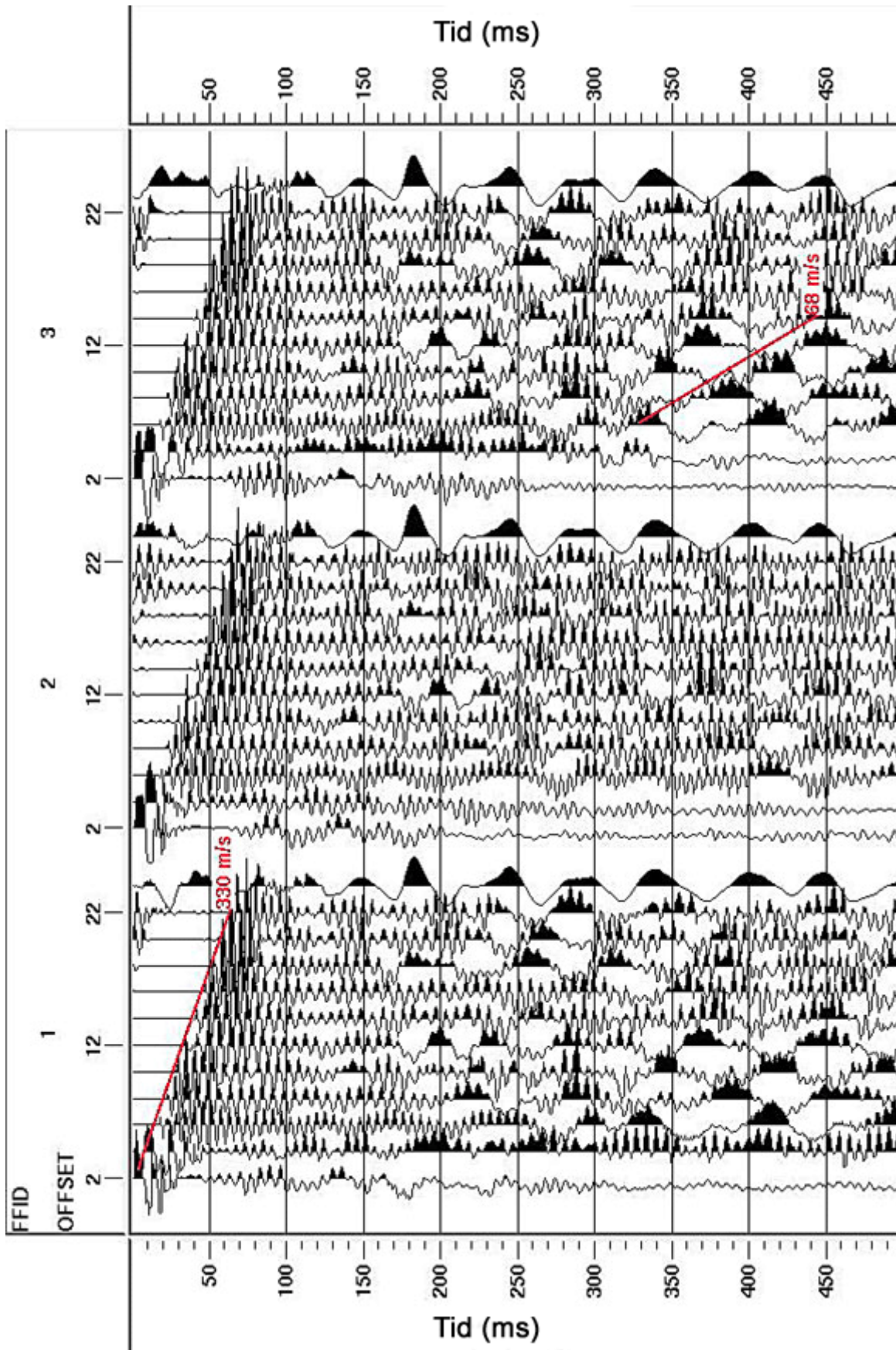
For at frembringe den impuls, som skulle danne grundlag for databehandlingen, blev der slået med en stor hammer på en aluminiumsplade 2 meter foran første geofon.

[▲ til top](#)

Resultater og diskussion

Ved de fleste af de cirka 120 målinger kunne der erkendes en lydimpuls, som bevægede sig med ca. 330 m/s. Hastigheden blev beregnet ud fra den tid, det tog for lyden at bevæge sig fra lydkilden og hen til hver geofon. På

figuren er der vist tre lydimpulser (tre slag med hammeren). Hver streg viser den lydimpuls, som opfanges fra den enkelte geofon. I figuren ses en linie, som viser, at lydbølgen udbreder sig med 330 m/s. Derudover blev der set en langsommere bølge i ensilagen, der løb med 68 m/s.



Hver streg viser den lydimpuls, som opfanges af geofon.

I figuren er der vist tre eksempler på responsen fra et slag med hammeren. I top og bund kan tiden aflæses i millisekunder (ms).

Den tydelige bølge, der bevæger sig med ca. 330 m/s, har formentlig forplantet sig gennem luften, idet lyds hastighed i atmosfæriske luft er 335 m/s ved 8 ° C. Den anden bølge, der er markeret i den tredje måling (højre side af figuren),

kunne være en bølge i ensilagen. Da det er et meget sparsomt datagrundlag, kan der ikke konkluderes noget med sikkerhed. Muligheden for at kunne bestemme pakningsgraden med lydbølger er tilsyneladende tilstede, men i dette forsøg har der været for mange ukendte variable til at kunne udtrække brugbare data.

[▲ til top](#)

Perspektiver

Det er vanskeligt eller næsten umuligt at differentiere et tydeligt billede af bølgerne i ensilagen. Datagrundlaget fra de udførte forsøg giver derfor ikke en direkte kobling mellem ensilagens densitet og lydets udbredeshastighed i ensilagen.

Hvis der skal arbejdes videre med denne metode, vil det være en fordel at starte med at finde ud af, hvordan lydbølger helt præcist opfører sig i ensilage eller andre porøse materialer. Det kan gøres ved en række laboratorieundersøgelser, hvor ensilagens øvrige parametre fastholdes, og lydets udbredelse i ensilagen derfor vil være lettere at karakterisere. I dette pilotprojekt er blot benyttet eksisterende udstyr og programmel for at belyse mulighederne uden at investere i særligt udstyr.



Billede 7. Ole registrerer målinger på den bærbare pc.

Målet med fremtidige undersøgelser kunne derfor være at undersøge, hvilke frekvenser og intensiteter der egner sig bedst til bestemmelse af pakningsgraden i ensilage, og derved få en række standard udbredelseskurver for forskellige typer ensilage med varierende pakningsgrader, vandindhold, snitlængde og andre betydningsfulde variationer.

Teori om seismik

Seismiske undersøgelser er baseret på bestemmelser af lydbølgers udbredeshastighed i jorden. Lydbølgers hastighed er forskellige afhængigt af, hvilke jordtyper der måles på. Seismiske undersøgelser kan inddeles i to hovedgrupper:

- ☐ Refleksionsseismik udnytter den lydenergi, der reflekteres direkte tilbage til overfladen fra laggrænser. Den anvendes til kortlægning af dybereliggende geologiske lag, eksempelvis ved olieprospektering.
- ☐ Refraktionsseismik benytter sig af den lydenergi, der passerer gennem de enkelte lag. Den anvendes til at bestemme lydbølgers hastighed i de forskellige lag. Metoden kræver dog, at lydets hastighed stiger nedad i lagene, og at der er en tydelig forskel i hastigheden mellem de enkelte lag. I Danmark anvendes refraktionsseismik til kortlægning af sand-grus forekomster, hvor områderne ikke er dækket af leret overjord.

Grundlaget for seismiske undersøgelser er, at lydbølger udbreder sig med forskellige hastigheder i forskellige jordarter. Den empiriske relation til beregning af densitet på baggrund af hastighed (Gardners Regel) er:

$$\gamma = 0,3 \cdot \sqrt[4]{V}, \text{ (Konstant} = 0,3\text{)}.$$

Det gælder ligeledes, at porøsiteten har større indflydelse på hastigheden end densiteten, og derfor er en stigende porøsitet = faldende hastighed.

[▲ til top](#)



Sidst bekræftet: 23-10-2019 Oprettet: 03-05-2005 Revideret: 03-05-2005



Landskonsulent
Michael Højholdt
Erhvervsøkonomi
mih@seges.dk

Af samme forfatter

FarmTest af rotorudjævner til græs,
helsæd og majs
03.10.16

FarmTest om etablering af vintersæd
18.03.14 [↗](#)

FarmTest af kameraer til overvågning af
maskiner
01.03.12 [↗](#)

FarmTest om etablering af vårsæd
13.01.12 [↗](#)

FarmTest om radrensning i majs og
vinterraps
18.03.11

[Vis alle](#)



