

### Abstrakt:

Za účelem měření okamžité průchodnosti rostlinných materiálů při sklizni bylo navrženo kapacitní čidlo, které bylo vyzkoušeno v laboratorních podmínkách při práci s bramborami, cukrovou řepou a kukuřičnou řezankou. Byla vypracována teorie funkce kapacitního čidla. Jako velice důležitá vlastnost se jeví způsob plnění čidla rostlinným materiálem. Odvozené teoretické předpoklady byly doloženy výsledky laboratorních měření s bramborami, cukrovou řepou a kukuřičnou řezankou. Výsledky měření kapacitního čidla jsou dále významně ovlivňovány změnami objemu měřeného materiálu (především v důsledku jeho měnění se vlhkostí). Pro sušší materiály však může hrát roli i samotná změna vlhkosti materiálu.

### Abstract:

A parallel plate capacitive throughput sensor for the purpose of sugar beets, potatoes and chopped maize throughput measurement has been tested and theoretical model of the sensor has been developed. The method of presenting the measured material to the sensor was the most important factor in explaining sensor behaviour. The theoretical considerations were confirmed by laboratory experiments with potatoes, sugar beets and chopped maize. Changes in material volume density influenced the measurements significantly. Changes in plant material moisture content (M.C.) mainly involve changes of volume density; however, these changes itself can also influence capacitive throughput measurements especially for materials with lower values of M.C.

### Úvod:

V důsledku nevyrovnané průchodnosti rostlinných materiálů, vysokých výnosů a složitých sklizňových podmínek jsou chyby čidel průchodnosti v provozních podmínkách stále relativně vysoké, měřicí principy jsou složité a mnohé z nich vyžadují další vývoj. Naproti tomu stojí výhody případného použití kapacitního čidla: je relativně jednoduché, levné, jedná se o bezkontaktní způsob měření, je málo citlivé na vibrace a další rušivé vlivy.

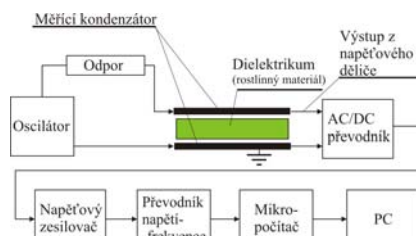
### Materiál a metody:

Deskové kapacitní čidlo bylo vyrobeno ze dvou desek z nerezového plechu o tloušťce 2 mm o rozměrech 830 x 260 mm upevněných na bočnicích z plexiskla o tloušťce 10 mm ve vzdálenosti 180 mm od sebe. Pro správnou funkci čidla je třeba měřit velmi malé změny kapacity v úzkém rozsahu. Tomu naprosto vyhovuje schéma elektrického zapojení měřicího obvodu, vyvinutého ve spolupráci s KVS. Čidlo bylo následně umístěno na pasovém dopravníku.

Laboratorní zkoušky čidla se uskutečnily s cukrovou řepou, bramborami a kukuřičnou řezankou.



Obr. 1: Kapacitní čidlo pro laboratorní měření upevněné na pasovém dopravníku.

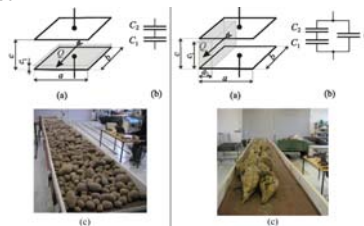


Obr. 2: Zapojení měřicího obvodu kapacitního čidla.

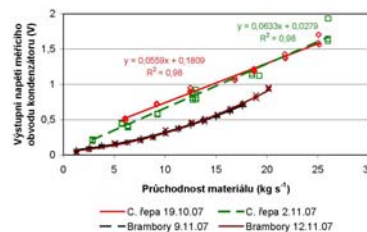
### Výsledky:

Při měřeních bylo zjištěno a následně ve spolupráci s KF i teoreticky doloženo, že způsob plnění kapacitního čidla má zásadní vliv na jeho funkci. Dají se odvodit dvě základní strategie plnění:

1) Po jednotlivých částicích - rozměry částic měřeného materiálu jsou jen o málo menší než vzdálenost desek kondenzátoru. Částice se tak na sebe nemohou vrstvit - cukrová řepa. Průměr bulev řepy byl asi 150 mm a vzdálenost desek čidla 180 mm. Průchodnost se zvyšovala tak, že čidlem procházelo více částic vedle sebe. Závislost údajů z čidla na průchodnosti materiálu je pak lineární.



Obr. 3: Princip práce kapacitního čidla v případě plnění po vrstvách (brambory) a v případě plnění po jednotlivých částicích (cukrová řepa).



Obr. 4: Graf závislosti naměřených hodnot výstupního napětí kapacitního čidla na průchodnosti cukrové řepy a brambor.

2) Po vrstvách - rozměry částic jsou podstatně menší, než je vzdálenost desek kondenzátoru - mohou se na sebe vrstvit. V našem případě brambory (průměr hlíz cca 50 mm) a kukuřičná řezanka (průměr částic cca 30 mm) - menší průměr částic než 180 mm. Závislost údajů z čidla na průchodnosti materiálu je pak nelineární. V praxi se oba způsoby plnění mohou kombinovat.

Z teoretické podstaty činnosti čidla vyplývá překvapivě i jeho menší závislost na vlhkosti měřeného materiálu. Laboratorními testy bylo prokázáno, že pro materiály o vlhkosti v rozmezí 95 až 65 % nemají změny vlhkosti na měření zásadní vliv (cukrová řepa a brambory). Ten začíná být významný až při vlhkostech pod 65 % (kukuřičná řezanka).

### Závěr:

Metoda měření průchodnosti rostlinných materiálů pomocí kapacitního čidla se jeví jako perspektivní. Na základě výsledků měření vznikla spolupráce s německým výrobcem sklízeců brambor a cukrové řepy, firmou Grimme, která testuje kapacitní čidlo jako jednu z alternativ pro měření průchodnosti cukrové řepy u svých sklízeců Maxtron.



Obr. 5: Kapacitní čidlo na sklízecí Grimme.

### Literatura:

- KUMHÁLA, F. – PROŠEK, V. – BLAHOVEC, J. Capacitive throughput sensor for sugar beets and potatoes. Biosystems Engineering, 2009, vol. 102, no 1, s. 36-43. ISSN 1537-5110
- KUMHÁLA, F. – PROŠEK, V. Zařízení pro kapacitní měření průchodnosti pícnin. Úřad průmyslového vlastnictví, Antonína Čermáka 2a, 160 68 Praha 6. Číslo přihlášky: 2006-174. Číslo zápisu: 300 461 B6. Datum zápisu: 26. 9. 2009. Datum přihlášení: 17. 3. 2006
- KUMHÁLA, F. – KROULÍK, M. – KVÍZ, Z. – MAŠEK, J. – PROŠEK, V. Sugar beets and potatoes throughput measurement by capacitive sensor. In Agricultural Engineering - Landtechnik 2008 25. - 26. 9. 2008, Hohenheim. Dusseldorf: VDI Verlag GmbH, Germany, 2008. s. 199-204. ISBN 978-3-18-092045-0.
- Kumhála, F. - Prošek, V. - Kroulík, M. Capacitive sensor for chopped maize throughput measurement. Computers and Electronics in Agriculture, 2010, vol. 70, no 1, s. 234-238. ISSN 0168-1699