

(1981) utvrdio je da je periodično opterećenje oruđa za obradu posledica krte deformacije zemljišta, dok je izostanak periodičnosti u signalu posledica plastične deformacije. *Owen et al. (1990)* utvrdio je da prelazak sa krte deformacije zemljišta na plastičnu predstavlja znak da je nadmašena kritična dubina pri kojoj se zemljište podiže i pada bočno od radnog tela po modelu *Godwin i Spoor (1977)*. Sa druge strane, niske frekvencije promene opterećenja pri obradi ukazuju na varijaciju trenutnih fizičkih osobina zemljišta kao što su: vlažnost, mehanički sastav i/ili sabijenost (*Owen et al., 1990; Hayhoe et al., 2002*). *Andrade et al. (2003)* analizirao je podatke o sili otpora koja deluje na instrumentalizovani merni-radni organ korišćenjem FFT (Furijerova transformacija signala iz vremenskog u frekventni domen) i doneo zaključak da frekventni spektar amplituda zavisi od uslova u kojima je testiranje obavljeno. Dalja analiza podataka ukazuje na to da osnovni fenomen pomeranja zemljišta ne predstavlja determinisani haos, već obično Braunovo kretanje (*Brownian motion*).

Regresiona analiza *Lapen et al. (2002)* govori da se varijabilnost otpora vuče pluga najbolje objašnjava lokacijom na parceli, vrstom preduseva, konusnim indeksom i teksturom zemljišta u oraničnom sloju. Utvrđeno je da otpor vuče raonog pluga generalno raste sa porastom vrednosti konusnog indeksa i sadržaja gline. *Lapen et al. (2002)* predlaže da podaci o otporu vuče prikupljeni tokom normalne operacije obrade mogu biti korišćeni od strane proizvođača, koji su zainteresovani za prepoznavanje delova parcele gde sabijenost može ograničiti prinos.

Metodu za unapređivanje načina određivanja fizičkih osobina zemljišta upotrebom podataka o otporu vuče predložio je *Van Bergeijk et al. (2001)*. U njegovim istraživanjima, informacije koje se prikupljaju automatski tokom oranja služe za predviđanje sadržaja gline u oraničnom sloju. Oni su utvrdili da upotreba otpora vuče pluga kao kovarijabile tokom kokriging interpolacije daje mogućnost redukcije broja uzoraka zemljišta radi utvrđivanja sadržaja gline sa 60 na 18 po hektaru uz porast greške za 20%. Na istom polju, utvrdili su da prostorna raspodela gline odgovara mapi prinosa.

Merenje otpora vuče mašina za obradu zemljišta se može obavljati uz primenu univerzalnih mernih ramova, instrumentalizovanih priključnih mašina ili pomoću instrumentalizovanih traktora na svojim podiznim hidrauličnim polugama koji imaju postavljene davače sile. Svi sistemi imaju određene prednosti i nedostatke, ali se uopšteno može reći da je merenje otpora vuče primenom mernih ramova više zastupljeno u naučnim istraživanjima u odnosu na instrumentalizovane traktore. Osnovni razlozi za to su jeftina izrada mernog rama, mobilnost i univerzalnost primene. Pored pomenutog, opterećenja koja se javljaju na mernim ramovima mere se u konkretnim ravnima bez razlaganja, dok su opterećenja koja se mere na podiznim hidrauličnim polugama traktora prostorno orijentisana i teško ih je odrediti. Merni ramovi se koriste za merenje otpora vuče na standardnim mašinama i kroz istraživanja su se pokazali kao veoma korisna platforma za ispitivanje stanja zemljišta i efekata rada mašine. Kod druge kategorije sistema, senzori su postavljeni