

Abroncs terhelés okozta talajfeszültségek meghatározása talajládás szimulációval

Kiss Zsolt Péter¹ – Kriston Sándor²

¹Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar
Közlekedéstudományi és Infotechnológiai Tanszék

²Michelin Hungária Kft. Nyíregyháza
E-mail: kisszs@nyf.hu

Összefoglalás

Kutatásaink célja, hogy laboratóriumi körülmények között meg tudjuk mérni különböző kialakítású mezőgazdasági ill. terepjáró abroncsok különböző típusú és állapotú talajra gyakorolt hatását. Ennek érdekében kifejlesztettünk egy speciális berendezést, amely különböző nyomá szenzorok segítségével az abroncs terhelések alatt a talajban ébredő feszültségeket és annak térbeli eloszlását méri. Ebben a publikációban a tesztvizsgálatok menetét és annak néhány eredményét szeretnénk bemutatni.

Summary

For determination of stress distributions generated in soil samples by different segments application of oriented pressure sensors mounted under the appropriate segments is necessary. In addition to the stress state determination measuring the deformation on the surface and inside of the sample is also resource of important information. A number of mechanical, hydraulic and software developments and modifications were needed for the realisation of this conception. Of course, the main element of this was planning and production of the hydraulic pushing tool approximating the tyre model and its installation.

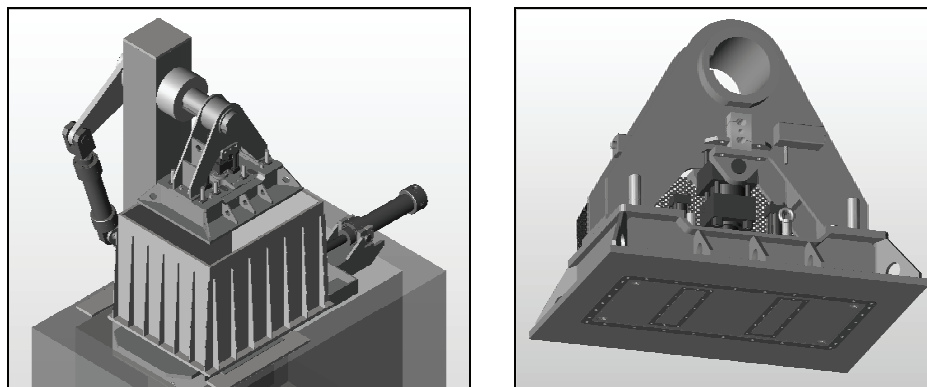
Bevezetés

A szerkezetromlás talajaink degradációjának egyik legaggasztóbb jelensége, melynek során a talajok térfogattömege 10-20 év alatt 1,1-1,3 g/cm³ értékről 1,5-1,7 g/cm³ értékre nőtt (BIRKÁS 1987). A legtöbb kutató a talaj tömörödöttségi állapotát a talajellenállással jellemzi. BIRKÁS (1987), KOVÁCS et al. (2004), RÁTONYI (1999). A vizsgálatokhoz a 3T (termőhelyi talaj teszter) nevű rétegindikátort használtuk, amely a mérés során cm-ként rögzíti a behatolási ellenállás és a szántóföldi vízkapacitás (pF.2.5) mért értékeit. A különböző nedvességtartalom melletti tömörödöttségi értékek összehasonlítása SZÖLLŐSI (2003) nyomán történt. Korábbi vizsgálataink eredményeként rendelkezésünkre áll egy olyan adatbázis, amely segítségével egy egész évre vonatkozóan meg tudjuk mondani, hogy az adott talajtípus, milyen nedvességi és tömörödöttségi állapotban volt, mindezt külön-külön a művelt, a művelés nélküli és a talajvályóban szerkezet azonosan elhelyezett talajok

vonatkozásában is. A vizsgálati talajládában tehát a kiválasztott talajtípus esetén a fent említett két legfontosabb paraméterrel (nedvességtartalom és tömörödöttség) igyekszünk beállítani azt a talajállapotot, amelyet a természetes körülmények között korábban megmértünk. Ezzel szeretnénk biztosítani a talajláda és valóságos körülmények közötti azonosságot. A természetbeni talajok ún. in-situ feszültségállapotát egy általunk egyedileg kifejlesztett speciális vizsgáló berendezéssel (Danhauser gép) hozzuk létre a talajládában. Az előterhelést követően szintén penetrométeres mérésekkel igazoltuk a talajminták és a szántóföldi állapot szerkezeti és állapotbeli azonosságát.

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálataink során 3 fizikai talajféleség (homok, homokos vályog, agyag) 3 nedvességtartalmú állapotának (száraz, közepesen nedves, nedves) megfelelő, homogenizált talajmintákat hoztunk létre. Célunk ezután a különböző talajtípusok és talajállapotok terhelés alatti feszültségállapotának és eloszlásának a meghatározása volt. A vizsgálatokhoz egyedi fejlesztésű nyomá szenzorokat használtunk. A talajmintákban elhelyezett irányított nyomá szenzorokkal lehetővé vált a minták feszültségállapotának meghatározása. A mérések pontosságának igazolására hidrosztatikai nyomásmérések is történtek, valamint a méréseket több alkalommal is megismételtük. A meghatározott feszültségállapotok jelentik majd ugyanezen minták triaxiális méréseinek bemenő adatait. A következő lépés egy valóságos abroncs okozta terhelést modellező próbatest megtervezése és létrehozása volt. A vizsgáló berendezést és a nyomószerszám tervrajzát az 1. ábrán láthatjuk.



1. ábra. A vizsgáló berendezés és a nyomószerszám 3D-s tervrajza

Az 1. ábrán látható három fő elem egymástól függetlenül mozgatható és az alábbi funkciókkal rendelkezik. A külső legnagyobb nyomólap a talajminta kezdeti feszültségállapotát létrehozó sík, amely kezdetben a másik két elemmel (talp és bordák) együtt mozogva hozza létre a természetes talajban ébredő

kiindulási ún. *in situ* feszültség állapotot és ezt a terhelési folyamat során végig biztosítja. Ennek az a lényege, hogy a valóságnak megfelelően az abroncson kívül eső talaj alapállapota (terhelése statikus) állandó legyen. Ezt követően két terhelési módszer közül választhatunk.

Az egyik lehetőség, amikor a talajfelszín nyomásának állandó értéken tartása mellett először a bordák mozdulnak ki az előírt hosszon (bordamagasság) a síkból, majd ezt követően az abroncslenyomatot modellező rész nyomódik bele a talajba az általa létrehozott talajfelszínnyomás beállított értékeke szerint. Ez természetesen nagyobb érték, mint az IN-SITU sík által eközben folyamatosan állandó értéken tartott nyomás.

A második lehetőség, hogy a bordák és az abroncslenyomat síkja fordított sorrendben mozdulnak el. Ebben az esetben először az abroncslenyomat síkjának kinyomása után következnek csak a bordák. A vezérlésnek kell biztosítania, hogy a sík alatti talajfelszín nyomása a bordák mozgása közben is állandó értéken maradjon.

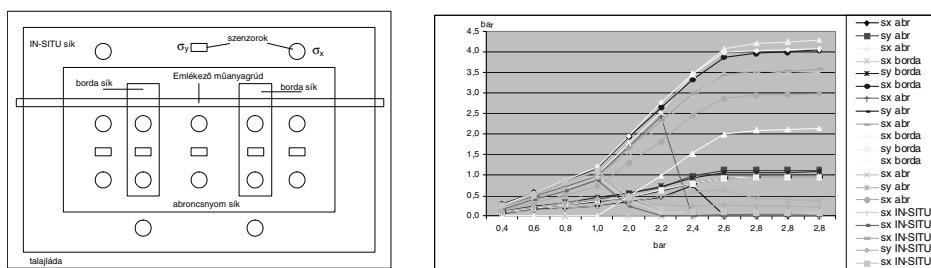
A különböző elemek által létrehozott feszültségeloszlások meghatározásához a talajmintákban a megfelelő elemek alatt irányított nyomásszenzorokat helyeztünk el. A feszültségállapot mérése mellett fontos információt jelent a minta deformációjának meghatározása, mind a felszínen, mind pedig a minta belsejében. Az 1. ábrán bemutatott hidraulikus nyomószerszám az abroncsot erősen egyszerűsítve modellezi, ezért a későbbiek során a valósághoz közelebb álló kialakítások válhatnak szükségessé. Ennek érdekében a nyomószerszám moduláris kialakítású, azaz az abroncslenyomatot modellező téglatest, valamint az egyszerűsített bordaelemek cserélhetőek. A vizsgáló berendezés számos útdadó és erőmérő cellával van felszerelve, így a mérés befejeztével a megfelelő erő-elmozdulás diagramok könnyen előállíthatók. A mérőberendezés helyére szerelhető agyra egy teljes értékű pántra szerelt abroncs is rögzíthető. A hidraulikus rendszer elemei vízszintes és kerület irányú elmozdulásra is képesek, így lehetőséget adnak akár valódi abroncsok talajon való elmozdulásának elemzésére is. A következő kihívást a szabályozott mérési folyamat megvalósítása jelentette. Különösen nagy jelentősége van ennek a hidraulikus nyomószerszám alkalmazásakor, a terhelési program bonyolultsága miatt. Az eszközfejlesztéseket követően kerülhetett sor az egyedileg kifejlesztett rádiófrekvenciás szenzorok talajmintába történő beépítésére, és a megtervezett mérés elvégzésére.

A tesztméréseket száraz állapotú nyírségi homok, taktaharkányi nedves agyag, valamint megyaszói nedves homokos vályog talajon végeztük. A vizsgálat során az alábbi paramétereket definiáltuk. Terhelési folyamat lépcsői:

- 1.) *A természetes talaj tömörödöttségével azonos IN-SITU állapot elérése:* A talajfelszín nyomása 1 bar, amelyet 0,2 báronként 5 terhelési lépcsőben érünk el. Egy terhelési lépcső elérési ideje 15 másodperc, és az adott nyomáson 15 másodperc pihentetés következik.
- 2.) *Az abroncs talplenyomatának kialakítása:* Az abroncslenyomatot modellező egység alatti talajnyomás az IN-SITU állapothoz képest 1,8 bar-os növekedést, azaz összesen 2,8 bar-t jelent. A terhelés felfuttatása az IN-SITU állapot + 1 bar-ra folyamatosan történik 60 másodperc alatt, majd 0,2 bar-os nyomásnövekményenként 15 másodperces terhelési és pihentetési ciklusok következnek.
- 3.) *Az abroncsbordák lenyomata:* Az egyszerűsített bordaelemek 50 mm bordamagasságot modellezve penetrálódnak a talajmintába. Ennek eléréséhez 60 másodpercre van szükség.

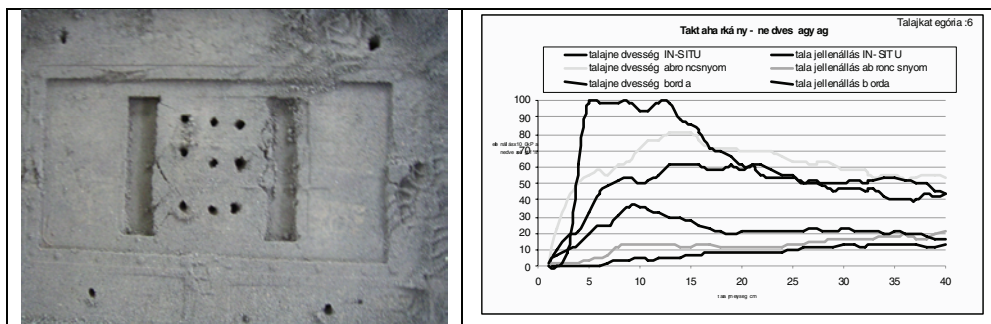
Vizsgálati eredmények és értékelésük

A vizsgálat során a 20 db nyomásszenzort az előkészített talajminta 200 mm-es mélységében helyeztük el a 2. sz. ábrának megfelelő kiosztásban. A terhelési folyamat során a szenzorok által mért értékek szintén a 2. sz. ábrán láthatóak.



2. ábra. A szenzorok elhelyezése a talajban és a mért értékek

A talajminta nyomáseloszlásának meghatározását követően a 3. sz. ábra szerinti elosztásban penetrométeres méréssel állapítottuk meg a talajminta tényleges tömörödöttségét és nedvességtartalmát. Az általunk alkalmazott 3T System típusú penetrométer az adott talajmintában a szántóföldi vízkapacitáshoz viszonyított víztartalmat határozza meg térfogat % egységben. A kezdeti terheletlen, homogén nedvességtartalmú talajmintában a terhelést követően különböző mélységeken a 3. sz. ábra szerinti nedvességtartalmakat kapjuk.



3. ábra. A penetrométeres vizsgálati pontok és azok görbéi

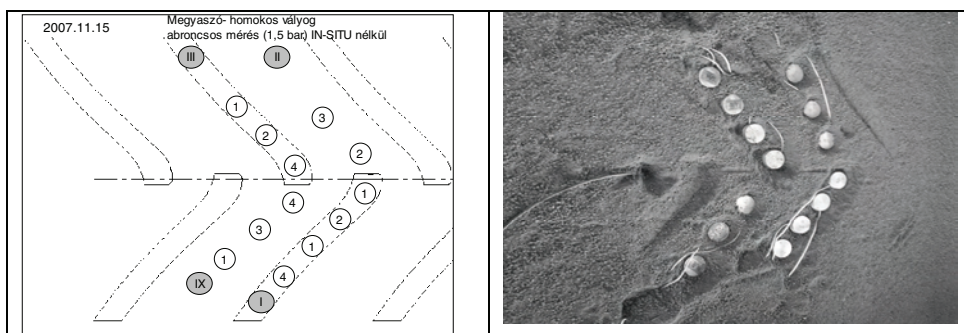
A mérések eredményei a Cambridge-Cam-Clay végeeselemes talajmodell adott talajtípusra vonatkozó számításainál input adatként fognak majd szolgálni.

Annak igazolására, hogy a hidraulikus nyomószerszám egyes elemeit a valóságos abroncsot érő hatásokkal terheljük-e, konkrét típusú, valódi abroncsvizsgálatokat végeztünk.

A kiválasztott abroncs a 480/65R28 Point65-ös méret, amelyet a maximálisan megengedett erővel, 2770 daN-nal terheltük. Ebben az esetben a vizsgált talaj a megyszói homokos vályog volt, nedves állapotban.

Először kísérletet hajtottunk végre termőhelyi állapotig előterhelt talajjal, azonban a szenzorok által mért nyomásértékek nagy szórást mutattak. Ennek oka az előterhelt, majd tehermentesített talajban, az abroncs hatására kialakuló töredezés jelensége, amely a talajminta inhomogenitásához vezet.

A szenzorokat előbb 10 cm, majd 2 cm mélységben a talajnyom megfelelő helyeire, a bordák alá, valamint a bordák közé helyeztük el. A szenzorok elhelyezkedését a 4. ábra mutatja.



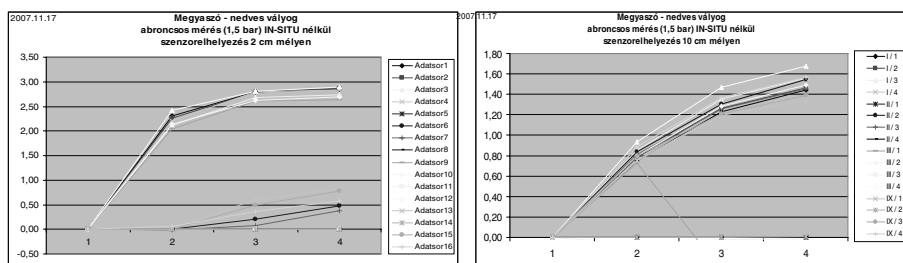
4. ábra. A szenzorok elhelyezése a gumiabroncs alatt

A vizsgálat és a terhelés folyamata az alábbi 5. ábrán látható.



5. ábra. A gumiabroncs vizsgálat és az abroncs talajlenyomata

A mérések kiértékelése a 6. ábrán látható. A talajnyomás értékek 2 cm mélységben a bordák alatt és között jelentősen elkülönülnek, az előző alatt magasabb értéket mutatnak. 10 cm mélységben azonban az abroncs különböző elemei alatt kiegyenlítődnek.



6. ábra. A gumiabroncs lenyomatának értékelése

Következtetések

A kezdeti vizsgálatok során mind a vezérlő berendezés, mind a szimulációs modell és a nyomásszenzorok is jól működtek. A valódi abroncs és a modell különböző paraméterek melletti összehasonlító vizsgálatai alapján lehet majd egyértelmű véleményt mondani.

Irodalomjegyzék

- BIRKÁS M. (1987): A talajművelés minőségét befolyásoló agronómiai tényezők értékelése. Gödöllő. (kandidátusi értekezés).
- KOVÁCS Z., LAJB L., SZENTE M., KASSAI ZS. (2004): Vibration testing of agricultural power machines. MicroCAD 2004 International Scientific Conference, Miskolc, 18-19th March 2004. p. 103-106.
- RÁTONYI, T. (1999): A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartam kísérletben. Debrecen. (doktori (Ph.D) értekezés).
- SZÖLLŐSI I. (2003): Talajok tömörödtségi állapotának jellemzése penetrométeres vizsgálatokkal. Debrecen. (doktori (Ph.D) értekezés).