

A talajprofil mérésének gyakorlati módszerei

Kovács Zoltán

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar

Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Tanszék

E-mail: zkovacs@zeus.nyf.hu

Összefoglalás

Az erőgépek szántóföldön történő mozgása közben a jármű egyes szerkezeti részein függőleges lengőmozgások keletkeznek, melyeket a talaj egyenetlenségei gerjesztenek. A lengések sztochasztikusak, mivel a gerjesztett és a szabad lengések szuperponálódnak egymásra. A függőleges lengőmozgások energiavesztéssel járnak, miközben a talajprofil is deformálódik, mely deformáció szintén energiát igényel. Ezek az energiák a motorteljesítményből származnak, így csökkentik a jármű hasznos teljesítményét. Ezért a jármű terepen történő mozgásának modellezéséhez elengedhetetlenül fontos a talajprofil ismerete.

Summary

The unevenness of road and terrain make the movement of the vehicle slow or prevent it. The unevenness of terrain, which is often called micro obstacles, do not prevent the vehicle from going on a given terrain, but they generate constant vibrations in various structure parts of the vehicle. However, these vibrations can cause considerable dynamic tensions, which can result in a fatigues break. What's more, the constant shake is inconvenient for a driver, which reduces the speed of the vehicles.

The unevenness of terrain, as a knowledge of the excitation system is important for design as well.

Bevezetés

Az út, illetve a terepfelszín egyenetlenségei a jármű terepen való mozgását lassítják vagy meg is akadályozzák. A terepegyenetlenségek, melyeket szokás mikro akadályoknak is nevezni, nem gátolják meg feltétlenül az áthaladást az adott terepfelszínen, de állandó lengéseket gerjesztenek a jármű különböző szerkezeti részeiben. Ezek a lengések viszont jelentős nagyságú dinamikus feszültségeket okozhatnak, ami akár kifáradásos töréshez is vezethet. Ezen túlmenően az állandó rázás a járművezető számára is kényelmetlen, ami a haladási sebesség csökkentését eredményezi (LAIB, 1989).

A terepegyenetlenségeknek, mint a jármű gerjesztőrendszerének az ismerete ezen túlmenően a tervezésnél is nagyon fontos. Az útprofilnak mint a jármű gerjesztőrendszerének vizsgálata a hatvanas évek elején kezdődött. Az Amerikai Egyesült Államokban BOGDANOFF & KOZIN (1961) voltak az elsők, akik az útprofil leképzésével foglalkoztak. Európában COENENBERG (1962), WENDEBORN (1965) és MITSCHKE (1979) végzett kísérleteket, illetve ismertette

a matematikai kiértékelés módszerét. Magyarországon LAIB (1993) és KISS (2001) végeztek talajprofil méréssel kapcsolatos vizsgálatokat.

A jármű mozgását, a különböző ellenállások legyőzését a motorba juttatott üzemanyag kémiai energiája biztosítja. A jármű önvontatásához, esetleg vonóerő kifejtéséhez, valamint a veszteségek és ellenállások legyőzéséhez a motor biztosítja a szükséges teljesítményt.

A jármű mozgása közben tehát függőleges lengőmozgások keletkeznek, amelyeket a talaj egyenetlenségei gerjesztenek. A megfigyelhető lengések sztochasztikusak, mivel a gerjesztett és a szabad lengések szuperponálódnak egymásra. SITKEI (2002) megállapításai alapján ezek a függőleges lengőmozgások energiavesztéssel járnak, miközben a talajprofil deformálódik. Ezen deformáció létrehozásához pedig energia szükséges, amely csak a jármű mozgási energiájából származhat. A függőleges lengések továbbá a kerék szlipjét is kismértékben növelik, szélsőséges esetben pedig a jármű stabilitását és kormányozhatóságát is alapvetően ronthatják.

Mindezek alapján tehát kijelenthető, hogy a terepen mozgó járművek – ideértve a mezőgazdasági erőgépek szántóföldön történő mozgását is – modellezésénél elengedhetetlen az útprofil ismerete.

Vizsgálati anyag és módszer

LAIB (1993) szerint a talajprofil mérése történhet:

- optikai úton,
- elmozdulás méréssel,
- gyorsulásméréssel.

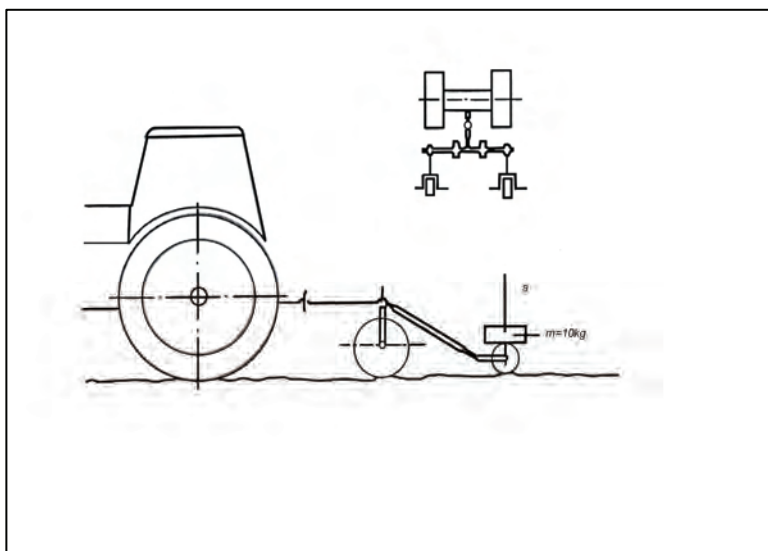
Az optikai leképzéskor általában szintmeghatározásokat végeznek meghatározott vízszintes lépték mellett.

Az elmozdulás mérése olyan hordozó berendezéssel lehetséges, amelynek magassága egy tetszőleges alapsíkhoz viszonyítva állandó.

A gyorsulásmérés során egy meghatározott tömeg vagy a járműfelépítmény függőleges gyorsulásait rögzítik az idő függvényében, miközben a haladási sebességet állandó értéken tartják.

A talajprofil a kijelölt keréknyom mentén tehát közvetlenül mérhető vagy alkalmasan választott lengőrendszer mért gyorsulásából számítható. A közvetlen profilmérés előre meghatározott sűrűségű mintavételi pontokban végzett szintméréssel történik. A mérési pontokra állított szintezőléc leolvasása a közlekedőedények elvén működő mérőberendezéssel történhet. A közvetlen eljárás előnye, hogy kis eszközigényű és kellő gondosságu mérés esetén mm-es pontossággal lehet a profilértékeket felvenni.

A gyorsulásmérés módszerére épülő talajprofil felvétel régebbi változatánál a profil letapogatása egy külön mérőkerékre épített egytömögű mérő-lengő rendszer segítségével történik (1. ábra).



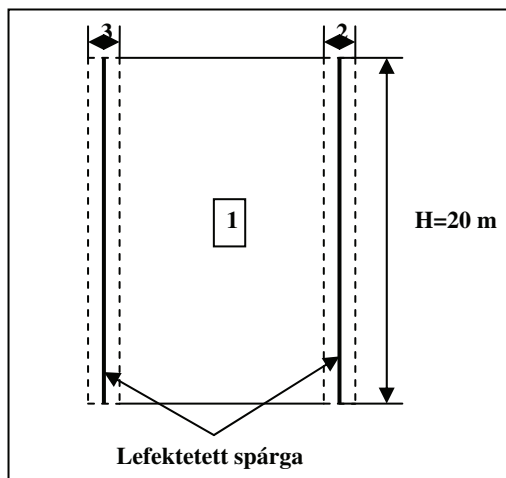
1. ábra. Mérőberendezés a talajprofil gyorsulásméréssel való meghatározásához

A mérőkocsi által vontatott elrendezés előnye, hogy a rázóasztalon bemért (első közelítésben a számított) átviteli karakterisztika alapján könnyű a regisztrált gyorsulásfüggvényt keréktalp magasságkülönbségekre átszámítani. Ugyanakkor az eljárás hátrányaként említhető, hogy a mérőkerék az útprofil csak jelentékeny, a valóságos jármű keréktől eltérő, letapogatási hibával követi.

Egy harmadik gyakorlati módszer alapján – melyet elsősorban szilárd burkolatú útprofilok bemérésére használnak – a profil felvétele magával a vizsgálandó járművel történik. Meglehetősen költséges berendezést és értékelő programot igényel.

Mindezek alapján a közvetlen mérési módszert választottam. Az alkalmazott közvetlen mérési módszer alapján a talajprofil felvételének menete a 2. ábrán követhető nyomon.

A mérés megkezdése előtt kijelöltem a mérendő szakaszt, melynek hosszát 20 m-re választottam. Majd ezután a nyomtávnak megfelelően mind a bal, mind pedig a jobb keréknyom előzetesen kijelölt helyén felvettem a terepprofil. A mérendő terepszakasz közepén – még a mérés megkezdése előtt – kijelöltem egy bázisfelületet. Ez a bázisfelület a szűz terület mérése után is érintetlen maradt, így biztosítottam azt, hogy a traktor áthaladása után is ugyan az a bázisfelület álljon rendelkezésemre. Mind a bal, mind pedig a jobb keréknyom helyén a gumiabroncs középvonalában lefektettem egy előfeszített spárgát a mérendő szakasz teljes hosszában.



2. ábra. Vázlat a talajprofil méréséhez

1 – bázisfelület; 2 – jobb keréknyom; 3 – bal keréknyom

Az előfeszített spárja mellé helyeztem a mérőszalagot annak érdekében, hogy a traktor áthaladása előtt és után is ugyanazokban a pontokban tudjam felvenni a talajprofil értékeket. A mérendő szakasz előkészítését kellő gondossággal kellett végezni, hiszen sem a kijelölésnél, sem pedig a spárja és a mérőszalag lefektetésénél nem változtathattam meg a terepfelszint. A terepprofil értékek leolvasása és manuális regisztrálása után az erőgép végighaladt a kijelölt mérőszakaszon. Ezt követően újra felvettem a terepprofil értékeket, de immár a módosult terepfelszín értékeit mérve.

Nagyon fontos a profilmérés alapos előkészítése és a mérési paraméterek meghatározása, hiszen mind az eredmény megbízhatóságát, mind pedig a mérés költségeit nagymértékben befolyásolja. Gedeon (2002) nyomán a mintavételezés sűrűségének meghatározása a gumiabroncs felfekvő felületének hosszától függ, valamint megbízható spektrum készítéséhez és elemzéséhez legalább 1000 mérőpont szükséges. Esetünkben az erőgép első, tehát kisebbik gumiabroncsának felfekvő felületi hosszából indultam ki, melynek értéke 28,5 cm volt, ezért a terepprofil értékeit 10 cm-ként vettem fel. A mérőszakasz hosszát pedig azért választottam 20 m-re, mert így 2000 mérőpontot lehetett felvenni mindkét keréknyomban.

A talajprofil értékek mérését a közlekedő edények elvén működő profilméterrel végeztem el. A műszer előkészítésének lépései:

- a műszer vízzel való feltöltése,
- légtelenítés (ennek elvégzése nagyon fontos művelet, mert a bent rekedő buborékok torzítják a mérési adatokat),
- kalibrálás (azonos bázisfelület esetén a vízszint azonos értéken kell, hogy álljon mindkét mérőhengernél),

- próbamérés elvégzése.

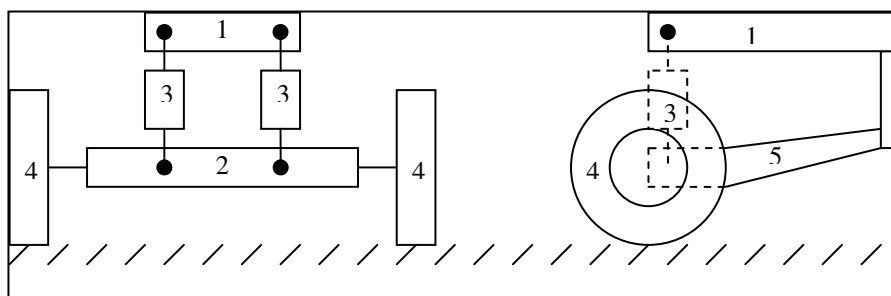
Az előkészítés után megmértem a kijelölt leendő keréknyomokban a talajprofil, majd az erőgép áthaladása után újra felvettem az immár módosult terepprofil értékeket. A lépésközöket a talajra lefektetett mérőszalag biztosította. A vizsgálatot 2003 augusztusában végeztem sík fekvésű, vályog fizikai féleségű talajon, gabonatarlón.

A talajprofil méréséhez egy rugózott első híddal szerelt John Deere 6920S típusú erőgépet használtam, melyet az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet bocsátott rendelkezésemre.

A traktor főbb műszaki adatait az 1. táblázat tartalmazza. A traktor első kerék kormányzású, segédelsőkerék-hajtású kivitelben készült. A rugózott első híd a TLS (Triple Link Suspension) fantázianevet viseli, melynek kialakítási vázlata a 3. ábrán látható.

1. táblázat. JOHN DEERE 6920S típusú erőgép főbb műszaki paraméterei

Műszaki paraméter	Mértékegység	Méret
Hosszúság (a')	Mm	5815 (pótsúlyokkal)
Szélesség	Mm	1860 – 2550
Magasság (terheletlenül) (c)	mm	2895
Tengelytávolság (d)	mm	2650
Nyomtáv az első (A) tengelyen	mm	1412 – 2087
Nyomtáv a hátsó (B) tengelyen	mm	1319 – 2311
Saját tömeg (menetkész)	Kg	5600
Kerékfelfüggesztés módja	-	Elöl: merev, rugózott híd Hátul: merev, rugózatlan híd
Gumibroncsok	-	Elöl: Tárcsa Abroncs W12 380/85-28 W13 420/70-28 W15 480/70-28 W16 540/65-28 Hátul: Tárcsa Abroncs W15 L 460/85-38 W16 520/70-38 W18 520/85-38 580/70-38 W20 600/65-38 650/65-38



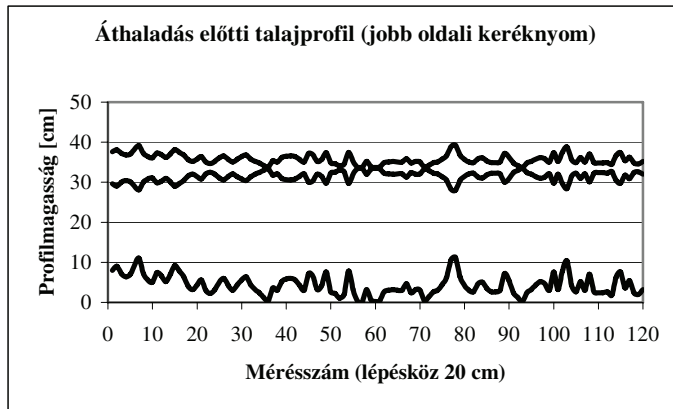
3. ábra. A rugózott első híd kialakítása

1 – alváz; 2 – merev első híd; 3 – hidro-pneumatikus munkahenger;
4 – első kerék; 5 - hajtásház

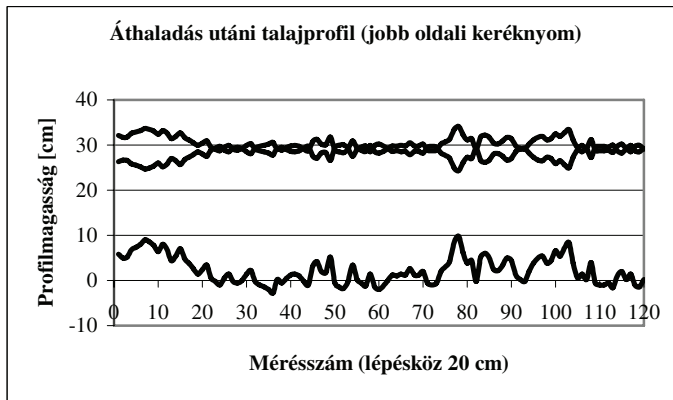
Vizsgálati eredmények

Mivel a talajprofil értékeinek felvétele a traktor áthaladása előtt és után is ugyanazon bázisfelülethez viszonyítva történt, így a két érték különbsége a függőleges talajdeformáció nagyságát adja. A közlekedő edények elvén működő, vízmértékes talajprofilozó készülék skálázott üvegcsővében lévő mindkét értéket leolvastam, majd a két érték különbségét vettem alapul, így a víz hőmérsékletváltozása okozta térfogatváltozás hatását sikerült kiküszöbölnöm. A talajprofil mérések eredményeit a 4., 5. és 6. ábrákon mutatom be. A 4. ábra a deformálatlan (áthaladás előtti) talajon felvett talajprofil értékeket mutatja. A diagramon a két felső görbe egymáshoz viszonyítva tengelyesen tükrös, és ezek mutatják a profilozó készülék üvegcsővéről közvetlenül leolvasott értékeket. Az alsó görbe pedig a választott (előre kijelölt) bázisfelülethez viszonyított talajprofilt adja, melyet úgy kaptam, hogy a két felső görbét egymásból kivontam.

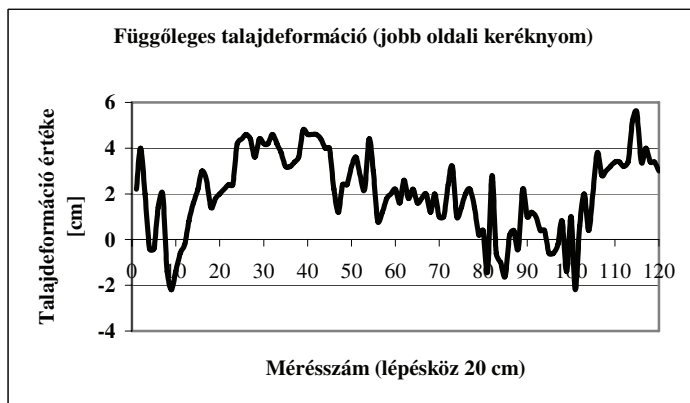
A talajprofil vizsgálat sík fekvésű, vályog fizikai féleségű talajon, gabonatarlón történt 2003 augusztusában. Az eredmények jól tükrözik az akkori talajállapotot. Egyrészt 2003 nyara nagyon száraz volt, így a talaj felső rétegének nedvességtartalma nagyon csekély volt.



4. ábra. A talajprofil értékei áthaladás előtt



5. ábra. A talajprofil értékei áthaladás után



6. ábra. Függőleges talajdeformáció

Vizsgálati eredmények kiértékelése, következtetések

A talajprofil vizsgálat sík fekvésű, vályog fizikai féleségű talajon, gabonatarlón történt 2003 augusztusában. Az eredmények jól tükrözik az akkori talajállapotot. Egyrészt 2003 nyara nagyon száraz volt, így a talaj felső rétegének nedvességtartalma nagyon csekély volt.

Másrészt nem frissen művelt talajon történt a profilmérés, hanem egy tömörödöttség, tenyészidőszak végi talajállapot mellett. Ez jól látszik az 5. és a 6. ábra alsó görbéjének összevetése alapján, melynek különbsége adja a függőleges talajdeformáció értékét (6. ábra).

A 6. ábrán látható, hogy a függőleges talajdeformáció az 5 cm-es értéket csak egy helyen lépi túl, jellemzően 3 cm alatt marad. Ez csekély mértékű talajdeformációnak tekinthető, figyelembe véve az erőgép fajlagos talajnyomását.

Néhány helyen a talajdeformáció negatív értékű, azaz a talajprofil az áthaladás előtti értékhez képest felfelé módosult. Véleményem szerint ez azzal magyarázható, hogy a traktor első és hátsó gumiabroncsainak bordázata az eredeti talajprofilt felfelé módosította. Meg kell azonban jegyezni, hogy ez az 1-2 cm közötti érték csekélynek tekinthető.

Irodalomjegyzék

- BOGDANOFF, I. L. & KOZIN, F. (1961): Behavior of a Linear One Degree of Freedom Vehicle Moving with Constant Velocity on a Stationary Cushion Random Track. In: ISTVS Int. Conference, Turin Proceedings Vol. II. 560-572. p.
- COENENBERG, F. (1962): Das „assuere“ Schwingungsverhalten von Ackerschlepper insbesondere ihre dynamischen Achslasten, Landtechnische Forschung, 6.
- GEDEON J. (2002): A terepegyenlenségek leírása. In.: Terepen mozgó járművek. (Szerk: LAIB L.). 222-255. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
- KISS P. (2001): Terepen mozgó járművek energetikájának egyes kérdései. Doktori értekezés. Gödöllő.
- LAIB L. & GEDEON F. (1989): A terepen mozgó járművek mozgásának elemzése, Járművek, Mezőgazdasági Gépek 36 (8): 285-289.
- LAIB L. (1993): Terepjáró járművek mozgékonyágának vizsgálata. Kutatási jelentés. Gödöllő.
- MITSCHE, M. (1979): Dynamik der Kraftfahrzeuge. Springer Verlag. 237.p.
- SITKEI GY. (2002): Kerületi erő kifejtése a járószerkezeten. In.: Terepen mozgó járművek. (Szerk: LAIB L.). 156-206. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
- WENDEBORN, J. (1965): Die Unebenheiten Landwirtschaftlicher Fahrbahnen. Grundlagen der Landtechnik 2. 33-51.