

# DUGVÁNYOZÓ GÉP ADAGOLÓSZERKEZETÉNEK KINEMATIKAI MODELLEZÉSE

Aranyos Péter – Prof. Dr. Horváth Béla

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron  
aranyosp@roth.nyme.hu; horvathb@emk.nyme.hu

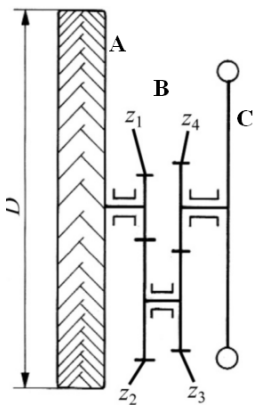
## Kinematika

A kinematika (mozgástan) a mozgások leírásával foglalkozik, míg a létrehozó okot nem vizsgálja. Bizonyos idő elteltével a test térbeli helyzete megváltozik, akkor a test mozog. A műszaki mechanika a klasszikus mechanikára épül, mely az euklideszi geometriát az abszolút tér tulajdonságait leíró tudománynak tekinti. A tér mellett a kinematika másik fontos alapja az idő. Newton által bevezetett abszolút időt alkalmazzuk, melynek alapvető tulajdonsága, hogy mindenkor és mindenhol egyformán múlik. Az idő független az anyagtól, mozgástól és a tértől. A mozgástól független idő mérése elválaszthatatlan a mozgástól.

Az idő bevezetésével lehetőség van arra, hogy az idővel hozzuk kapcsolatba a mozgó test helyzetét, tehát a mozgás időben lefolyó jelenségként vizsgálható.

## Sebességet befolyásoló tényezők

Az energetikai faültetvények telepítését biztosító dugványozógépek adagolószerkezeteinek mozgása két mozgásból tevődik össze. Az egyik a forgó mozgás, melyet az adagolótárcsa tengelye körül végez, míg a másik egy haladó mozgás a dugványozógéppel együtt.



A **hajtásátvitel** az adagolószerkezetes gépek sajátja, mivel az adagolószerkezet működtetését biztosítja. A gépek többségénél az egyik tömörítő kerék tengelye és az adagolószerkezet tengelye közé épített kétfokozatú fogaskerék- (1. ábra) vagy lánchajtásból áll a hajtásátvitel. A hajtás áttétele – fogaskerék vagy lánckerék cserével – változtatható. A fogaskerék-hajtás helyett inkább az ékszíjhajtás – bordás ékszíjjal – javasolt.

5. ábra: Hajtás vázlata (A. hajtó tömörítőkerék; B. hajtásátvitel; C. fogóelemes adogatótárcsa)

Azoknál a dugványozógépeknél, ahol az adagolószerkezetet a tömörítő kerékkel egybeépítették, és a dugványokat úgy lövik a talajba, nincs szükség hajtásátvitelre.

A tőtávolság beállítása általánosságban:

- a tömörítőkerék tengelye és az adagolószerkezet tengelye közé épített hajtás áttételének;
- a fogóelemek számának (fogóelemes gépeknél); illetve
- a csemeték egymáshoz képesti helyzetének (rugalmas tárcsás gépeknél) változtatásával lehetséges.

A hajtásátvitel ( $i$ ) változtatása több fokozatban, valamennyi gépnél lehetséges, és a

tőtávolság beállításának alapját jelenti. Értéke fogóelemes gépeknél a tőtávolság függvényében a következő összefüggéssel számítható:  $i = \frac{D \cdot \pi \cdot (1 + \delta)}{t \cdot p}$ , ahol:  $D$ : a hajtó tömörítőkerék átmérője;  $\delta$ : a hajtó tömörítőkerék csúszása;  $t$ : a tőtávolság;  $p$ : a fogóelemek száma.

A fogóelemek számának változtatása lehetséges:

- adagolótárcsa cserével (az egyes géptípusokhoz általában különböző számú fogóelemet tartalmazó adagolótárcsák (2-4. ábra) tartoznak);
- az adagolótárcsán a fogóelemek számának változtatásával, a tárcsán a gyárilag meglévő állítási pontokra történik a fogóelem felszerelése a kívánt tőtávolságnak megfelelően (5. ábra); illetve
- az adott adagolószerkezetenél olyan üzemeltetési előírással, hogy a kiszolgáló dolgozó minden második, harmadik, esetleg negyedik fogóelembe helyezzen csak csemetét (ezzel az adagolószerkezet adta alap tőtávolság kétszerezhető, háromszorozható, illetve négyszerezhető).

**A dugványozás sebességének** megválasztása akkor helyes, ha üzem közben a kiszolgáló dolgozók biztonságosan el tudják látni feladatukat, azaz a dugványok adagolószerkezetbe helyezését úgy tudják elvégezni, hogy minden fogóelembe, illetve a rugalmas tárcsák közé a kívánt távolsággént kerül a dugvány. A haladási sebesség a:  $v = Y \cdot t$  összefüggéssel számítható, ahol:  $Y$ : az egy kiszolgáló dolgozó által, időegység alatt adagolt dugványok, csemeték száma;  $t$ : a tőtávolság. Tekintettel arra, hogy a kiszolgáló dolgozók óránként:  $Y = 1000-4500$  db dugvány adagolására képesek, valamint hogy a különböző fafajok esetében  $t = 0,4-1,0$  m közé esik (sортávolságtól is függően) az optimális tőtávolság, a dugványozás sebessége:  $v = 400-4500$  m/h közötti, aminek az alsó tartománya a mászósebesség tartományába esik. A gépek üzemeltetésére tehát olyan traktor alkalmas, amelyen a mászósebességek is kapcsolhatók.

### Rugalmas tárcsás adagolószerkezetek kinematikája

A rugalmas tárcsás adagolószerkezetű dugványozógépek munkavégzése két fő mozgásból tevődik össze:

- a haladási iránynak megfelelő egyenes vonalú egyenletes mozgást végez a dugványozógép;
- a rugalmas adagolótárcsa pedig tengelye körül forgó mozgást.

A haladási sebesség a  $v_h = \frac{ds}{dt} = \frac{s}{t}$  képlettel számolható, ha a dugványozógépnek egyenes vonalú egyenletes mozgást feltételezünk. A gyorsulás az út idő szerinti második deriváltja, míg a sebességnek meg az idő szerinti első deriváltja:  $a_h = \frac{ds}{dt^2} = \frac{dv_h}{dt} = \frac{v_h}{t}$ , ahol:  $s$ : a megtett út;  $t$ : az út megtételéhez szükséges idő. A gyorsulás vektor iránya megegyezik a sebességvektor irányával, mivel egyenletes mozgást feltételeztünk és így a gyorsulás értéke zérus.

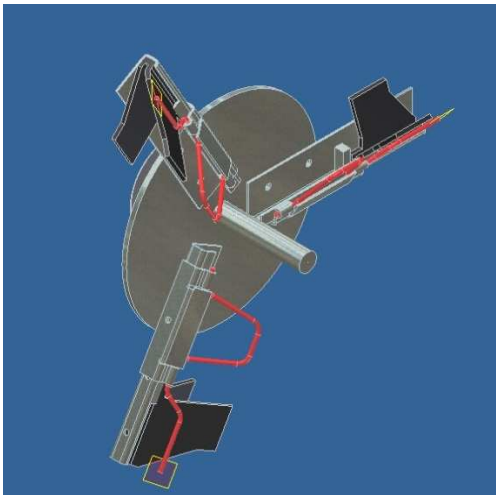
A körmozgást vizsgálva a pálya egyenlete:  $F(x, y) = x^2 + y^2 - R^2 = 0$ . Az ívhossz (befutás) függvénye:  $s(t) = R \cdot \varphi(t)$ .

Az ültetés során törekedve a dugvány és a csemete szempontjából a lekedvezőbb pozicionálási helyzetre (függőleges állapot), azt állapítjuk meg, hogy az adagolótárcsa kerületi sebessége egyezzen meg a haladási sebességgel (6. ábra):

$$v_h = \frac{ds}{dt} = \frac{s}{t}; v_k = \frac{ds}{dt} = \frac{d}{t} \cdot (R \cdot \varphi) = R \cdot \frac{d\varphi}{dt} = R \cdot \omega; \text{ vagyis } v_h = v_k; \frac{s}{t} = R \cdot \omega, \text{ ahol: } s: \text{ a}$$

megtett út;  $t$ : az út megtételéhez szükséges idő;  $\varphi$ : adagolótárcsa szögelfordulása;  $\omega$ : adagolótárcsa szögsebessége;  $R$ : adagolótárcsa sugara. A két képletből adódóan a megtett út a

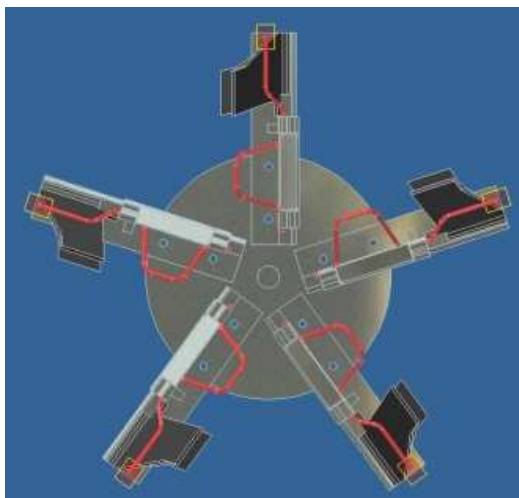
$$\text{következésképpen számolható ki: } \omega \cdot R = \frac{s}{t}; s = \omega \cdot R \cdot t.$$



6. ábra: Adagolótárcsa három fogóelemmel



7. ábra: Adagolótárcsa négy fogóelemmel

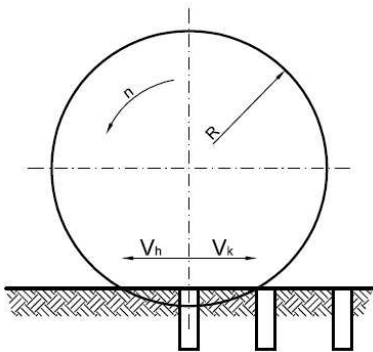
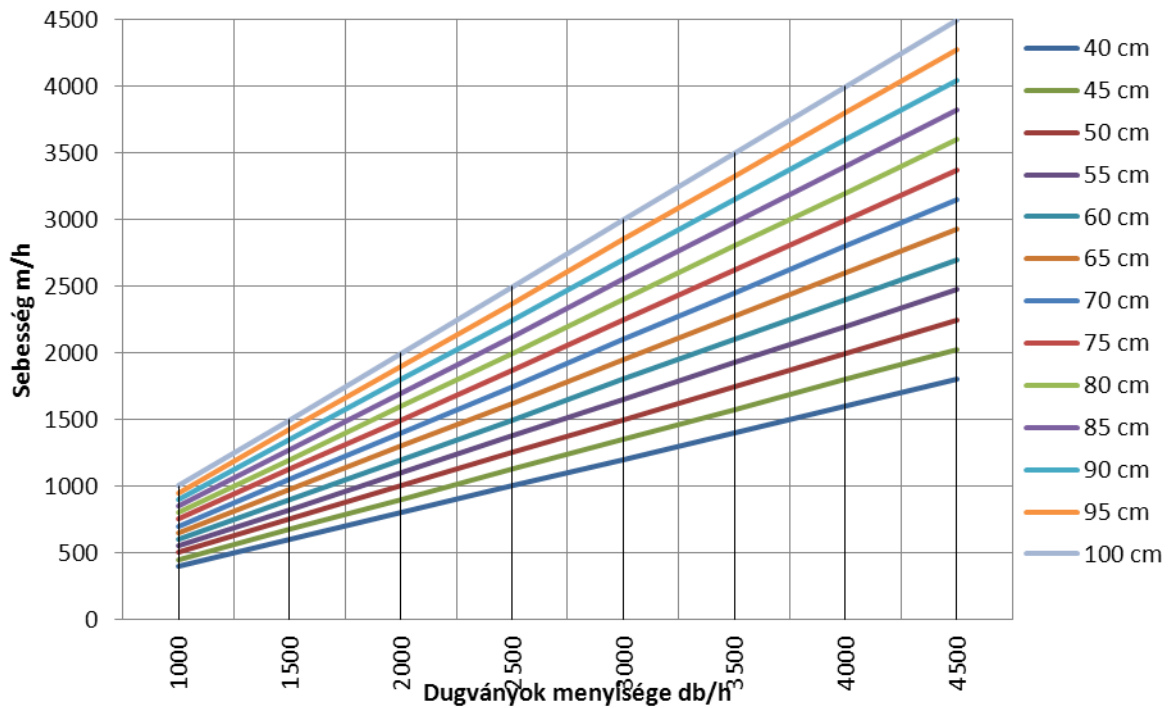


8. ábra: Adagolótárcsa öt fogóelemmel fogóeleme



9. ábra: Lökőrendszerű adagolószerkezet

1. diagram: Sebesség a tőtávolság és a dugvány mennyisége alapján



10. ábra: Rugalmas tárcsás adagolószerkezet optimális pozicionálási elve

Az adagolótárcsa hajtását ékszíjon keresztül a tömörítőkerékről kapja. A hajtás áttétele az  $i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$  képlettel számítható, ha csúszással nem számolunk. Csúszással kiegészítve:

$i = \frac{d_2}{d_1} \cdot (1 - s)$ , ahol:  $s$ : csúszás;  $d_2$ : az adagolószerkezethez kapcsolódó meghajtott tárcsa átmérője;  $d_1$ : a tömörítőkerékhez kapcsolódó hajtó tárcsa átmérője;  $n_2$ : a hajtott tárcsa fordulatszáma;  $n_1$ : a hajtó tárcsa fordulatszáma.

A fordulatszám meghatározása a dugványozógép sebességéből az  $n = \frac{v_h}{d \cdot \pi}$  képlettel lehetséges, ahol:  $v_h$ : a dugványozógép haladási sebessége;  $d$ : az adagolótárcsa átmérője.

## Fogóelemes adagolószerkezetek kinematikája

A fogóelemes adagolószerkezettel rendelkező dugványozógépek mozgását elemezve a következő mozgásfajták vannak:

- a haladási iránynak megfelelő egyenes vonalú egyenletes mozgást végez a dugványozógép;
- az adagolótárca pedig egyenletes forgó mozgást végez tengelye körül.

A haladási sebesség) a  $v_h = \frac{ds}{dt} = \frac{s}{t}$  képlettel számolható, ha a dugványozógépnek egyenes vonalú egyenletes mozgását feltételezzük, ahol:  $s$ : a megtett út;  $t$ : az út megtételéhez szükséges idő.

Az egyenletes forgó mozgású adagolótárca kerületi sebességét a  $v_k = \frac{ds}{dt} = \frac{d}{t} \cdot (R \cdot \varphi) = R \cdot \frac{d\varphi}{dt} = R \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot R = d \cdot \pi \cdot n$  képlet írja le, ahol:  $\omega$ : az adagolótárca szögsebessége;  $R$ : az adagolótárca sugara;  $\varphi$ : adagolótárca szögelfordulása;  $n$ : az adagolótárca fordulatszáma;  $d$ : az adagolótárca átmérője.

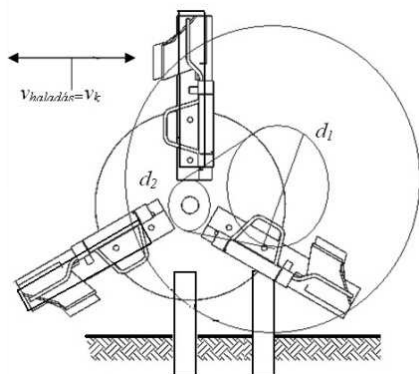
A dugvány és a csemete szempontjából a lekedvezőbb pozicionálási helyzet (7. ábra), akkor érhető el, ha feltételezzük, hogy a haladási sebesség ( $v_h$ ) megegyezik az adagolótárca kerületi sebességével ( $v_k$ ), vagyis:  $v_h = v_k$ . A két sebesség egyenlőségéből:

$$\frac{s}{t} = R \cdot \omega = d \cdot n \cdot \pi, \text{ a megtett út pedig: } s = d \cdot n \cdot \pi \cdot t.$$

Az adagolótárca a hajtást ékszíjhajtáson keresztül kapja a tömörítőkerék tengelyéről. A hajtás áttétele ( $i$ ), ha a csúszást nem vesszük figyelembe, akkor következőképpen számítható:  $i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$ .

Csúszással kiegészítve:  $i = \frac{d_2}{d_1} \cdot (1 - s)$ , ahol:  $s$ : csúszás;  $d_2$ : az adagolószerkezethez kapcsolódó meghajtott ékszíjtárca átmérője;  $d_1$ : a tömörítőkerék tengelyéhez kapcsolódó hajtó tárcsa átmérője;  $n_2$ : a hajtott ékszíjtárca fordulatszáma;  $n_1$ : a hajtó ékszíjtárca fordulatszáma.

Az adagolótárca fordulatszámának ( $n$ ) meghatározása a dugványozógép sebességéből ( $v_h$ ) lehetséges:  $n = \frac{v_h}{d \cdot \pi}$ , ahol:  $d$ : az adagolótárca átmérője.



11. ábra: Fogóelemes adagolószerkezet optimális pozicionálási elve

## Lökőrendszerű adagolószerkezetek kinematikája

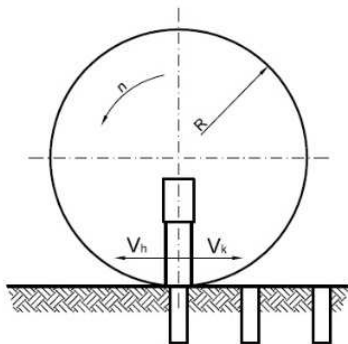
A lökörendszerű adagolószerkezettel rendelkező dugványozógépek mozgása következőkből tevődik össze:

- a haladási iránynak megfelelő egyenes vonalú egyenletes mozgást végez az ültetőgép;
- az adagolótárcsa a tengelye körül forgó mozgást végez;
- a dugványt a talajba juttató hidraulikus munkahenger, pedig alternáló egyenes vonalú gyorsuló mozgást végez.

A haladási sebesség a dugványozógép egyenes vonalú egyenletes mozgása következtében:  $v_h = \frac{ds}{dt} = \frac{s}{t}$ , ahol:  $s$ : a megtett út;  $t$ : az út megtételéhez szükséges idő.

Az egyenletes forgó mozgású adagolótárcsa kerületi sebessége:  $v_k = \frac{ds}{dt} = \frac{d}{t} \cdot (R \cdot \varphi) = R \cdot \frac{d\varphi}{dt} = R \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot R = d \cdot \pi \cdot n$ , ahol:  $\omega$ : az adagolótárcsa szögsebessége;  $R$ : az adagolótárcsa sugara;  $\varphi$ : adagolótárcsa szögelfordulása;  $n$ : az adagolótárcsa fordulatszáma;  $d$ : az adagolótárcsa átmérője.

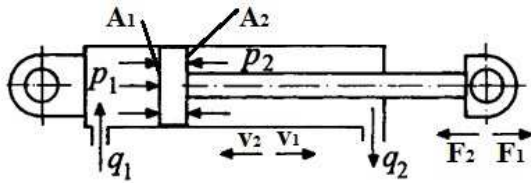
A dugványok ültetése során törekedni kell a lekedvezőbb pozicionálási helyzetre (8. ábra), amit már az előzőekben ismertetett feltételek mellett lehet kielégíteni:  $v_h = v_k$ ,  $\frac{s}{t} = R \cdot \omega$ . A megtett út ( $s$ ) pedig a következőképpen számolható ki:  $s = \omega \cdot t \cdot R$ .



12. ábra: Lökőrendszerű adagológép optimális pozicionálási elve

A dugványozógép adagolószerkezete a meghajtást közvetlenül a talajtól kapja, ennek alapján az adagolószerkezet fordulatszámának ( $n$ ) meghatározása a haladási sebességből a következő képlettel számolható:  $n = \frac{v_h}{d \cdot \pi}$ , ahol:  $v_h$ : a dugványozógép haladási sebessége;  $d$ : az adagolótárcsa átmérője.

A dugványt talajba juttató munkahenger, egy kettős működtetésű munkahenger, mely mindkét mozgásirányban erőhatást fejt ki, azonban az erőhatások nagysága a két irányban különböző, amikor a folyadék nyomása mindkét mozgásirányban azonos. Az azonos időegységnyi folyadéknyelés mellett a dugattyú sebessége eltérő, mivel a dugattyúrúddal ellentétes oldalon a dugattyú teljes felülete áll szemben a folyadéknyomással, míg a dugattyúrúd felőli oldalon a dugattyú felületének csak a dugattyúrúd felületével csökkentett része veszi fel a folyadék nyomását. Ez azt jelenti, hogy a szivattyúról közvetlenül táplált kettős működésű munkahenger egyik irányban nagyobb erőt, míg a másik irányban kisebb erőt fejt ki.



13. ábra: Kettős működtetésű munkahenger vázolata

A dugattyúerő a dugattyú kitolásakor:  $F_1 = p_1 \cdot A_1 = p_1 \cdot \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4}$ . A dugattyú sebessége

kitolásakor:  $v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{4 \cdot Q}{d_1^2 \cdot \pi}$ . A dugattyúerő a dugattyú betolásakor:

$F_2 = p_2 \cdot A_2 = p_2 \cdot \frac{(d_1 - d_2)^2 \cdot \pi}{4}$ . A dugattyú sebessége ( $v_2$ ) betolásakor:  $v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{4 \cdot Q}{(d_1 - d_2)^2 \cdot \pi}$ .

A két dugattyúfelület viszonya:  $\varphi = \frac{A_1}{A_2} = \frac{d_1^2}{(d_1 - d_2)^2} > 1$ , ahol:  $A_1$ : dugattyúfelület;  $d_1$ :

dugattyúátmérő;  $p_1$ : dugattyúnyomás dugattyú kitolásakor;  $Q$ : folyadékáram;  $A_2$ : dugattyúfelület (körgyűrű keresztmetszet);  $d_2$ : dugattyúrúd átmérő;  $p_2$ : dugattyúnyomás dugattyú betolásakor.

### Felhasznált irodalom

*Dr. habil. Égert J. - Dr. Nagy Z. (2009):* Mozgástan példatár. Universitas-Győr Nonprofit Kft., Győr.

*Horváth B. szerk. (2003):* Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

*Horváth B. szerk. (2009):* Univerzális, nagyteljesítményű dugványozógép és ültetési technológia kialakítása. 3. munkaciklus: A növény megfogási, ültetési paraméterek ismeretében az adagoló mechanizmusok kinetikai modellezése, javaslat az optimális kialakításhoz. Kézirat, Sopron. 42 p.

*M. Csizmadia B. - Nándori E. szerk. (2001):* Mechanika mérnököknek: Mozgástan. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.