

Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Vadvilág Megőrzési Intézet

**A kukorica (*Zea mays*) egyes vadkárbecslési módszereinek összehasonlítása
terepi vizsgálattal és számítógépes szimulációval**

Készítette: Kovács Imre
Évfolyam: MSc I. évfolyam

Belső konzulens: Bleier Norbert
Beosztása: egyetemi tanársegéd

Belső konzulens: Schally Gergely
Beosztása: egyetemi tanársegéd

Gödöllő
2014

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célok ismertetése.....	3
2. Irodalmi áttekintés.....	4
2.1. A kukorica szerepe a mezőgazdasági vadkár alakulásában	4
2.2. A mezőgazdasági vadkárbecslési eljárás menete Magyarországon	6
2.3. A vadkárbecslési módszerek csoportosítása	8
2.4. A mintateres vadkár-felvételezési módszer	9
2.5. A szisztematikus („gödöllői”) vadkár-felvételezési módszer	10
2.6. A variable area transect (VAT) mintavételezési módszer	10
3. Módszer és felhasznált anyagok.....	15
3.1. A mintatáblákon végzett vizsgálatok beállítása	15
3.2. A mintatáblákon végzett vadkár-felvételezés és -becslés	17
3.3. A számítógépes szimulációk beállítása	20
3.4. A számítógépes szimulációval végzett vadkár-felvételezés és -becslés	21
3.5. A gyűjtött adatok értékelése	23
4. Eredmények.....	26
4.1. A mintatáblákon végzett vizsgálatok eredményei.....	26
4.2. A számítógépes szimulációk eredményei.....	27
4.2.1. Az egyes módszerek becslési eredményei	27
4.2.2. Az egyes módszerek becslési eredményeinek jellemzői	30
4.2.3. Az egyes módszerek becslési eredményeit befolyásoló tényezők.....	31
5. Értékelés és következtetések	32
5.1. Az eredmények értékelése és következtetések	32
5.2. Javaslatok a kutatás folytatására	33
6. Összefoglalás.....	35
7. Köszönetnyilvánítás	37
8. Felhasznált irodalom	38
9. Melléklet.....	43
9.1. Ábrák	43
9.2. Térképek	48
9.3. Táblázatok	49
9.4. Jegyzőkönyvek	49
10. Nyilatkozat	50

1. Bevezetés és célok ismertetése

Az ember és a vadon élő állatfajok közti konfliktusok története hosszú időre nyúlik vissza (Conover 2002). Ezek jelentős hányada világszerte a mezőgazdaságban jelentkező – vadkárként értékelt (Reimoser és mtsai 1999, Reimoser és Putman 2011) – vadhatások kérdéskörébe tartozik (Bleier és mtsai 2012), amely egyúttal a jelenlegi magyar vadgazdálkodási rendszer egyik sarkalatos pontja is (Varga és Kása 2011).

A néhány évtizeddel korábban jellemző, a károk egyszerű, barter jellegű – pl. vadhússal vagy vadászati lehetőséggel történő – rendezése a szövetkezeti termelési rendszer felbomlásával szinte teljes mértékben eltűnt, a vadkárt napjainkban már nem engedik el a termelők, azt a vadászatra jogosultnak meg kell fizetnie. Az egyezség létrejötte számos esetben nem képzelhető el vadkárszakértő bevonása nélkül (gyakran pereskedés nélkül sem), akinek a felek befolyásától függetlenül, szakmailag alátámasztott, objektív szakvéleményt kell adnia a keletkezett vadkárról (Klátyik 2003, Varga és Kása 2011).

A szakértők által alkalmazható módszerekkel kapcsolatos ismeretek bővítése, tesztelése a vadbiológia és a vadgazdálkodás számára egyaránt fontos, hiszen előbbi céljai közé tartozik, hogy utóbbi okszerű, tervezhető működésének feltételeit tudományos módszerekkel kipróbált, gyakorlatias és költséghatékony gazdálkodási módszerek kidolgozásával teremtsen meg (Csányi 2007). Az egyes kárbecslési módszerek megbízhatósága kevésbé vizsgált, a közülük való választás (jogszabályi előírás hiányában) általában a szakértők szubjektív döntésén alapszik (Balázs 2011, Bleier 2014). Az alkalmazott módszerek összehasonlítása a vadkárbecslési gyakorlat számára olyan eredményekkel szolgálhat, amik jelentős mértékben erősítik a kárbecslési eljárás tudományos megalapozottságát, ezáltal segítik a kártérítési folyamat résztvevői – a vadászatra jogosult és a termelő – által egyaránt elfogadott eljárások lefolytatását.

Célkitűzésem, hogy terepi körülmények között (mintaterületeken) és számítógépes (térinformatikai) szimulációkkal hasonlítsak össze a kukoricában (*Zea mays*) – mint a vadkárral egyik leginkább érintett szántóföldi kultúrnövényben (Buzgó 2006, Bleier 2014) – alkalmazott kárfelvételi módszereket. Munkám során a V alakú és átlós elrendezésű mintateres (Klátyik 2003, Völgyi 2002), a szisztematikus („gödöllői”) (Bleier és mtsai 2006) és az ún. variable area transect (VAT) (Engeman és Sterner 2002) mintavételezési módszereket elemeztem.

Vizsgálataimmal a következő kérdésekre kerestem választ: (1) Milyen az egyes becslési módszerek pontossága és torzítása? (2) Hogyan befolyásolja a károsítási arány, a kár térbeli eloszlása, valamint ezek kölcsönhatása az egyes kárfelvételezési módszerek hatékonyságát? (3) Kimutatható-e különbség az egyes módszerekkel kapott eredmények között?

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A kukorica szerepe a mezőgazdasági vadkár alakulásában

A hazai vadkárprobléma súlyát jól érzékelteti, hogy az elmúlt 4 évben a térített mezőgazdasági vadkár országos léptékben Csányi és mtsai (2012), Csányi és mtsai (2013), ill. Csányi és mtsai (2014) alapján meghaladta a 2 milliárd Ft-ot.

A kukorica a vad által az egyik leginkább károsított kultúrnövény (Bleier és mtsai 2006, 2012, Herrero és mtsai 2006, Prokesová 2004), bár a fogyasztás mértékét az összes táplálékkínálat is befolyásolja (Cassini 1994). Buzgó (2006) három Somogy megyei területen végzett vizsgálata alapján a mezőgazdasági vadkár 58-73%, 41-84%, ill. 82-91%-a kukoricában keletkezett.

A kukorica egyúttal hazánk egyik legjelentősebb szántóföldi kultúrnövénye is (Radics 2003), melynek vetésterülete a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint az 1921-től 2014-ig terjedő időszakban 1.036.431 ha-ról 1.230.876 ha-ra **(9.1. Melléklet 1. ábra)**, míg a teljes szántóterülethez viszonyított részaránya 18,70%-ról 28,42%-ra **(9.1. Melléklet 2. ábra)** nőtt, mindkét jellemző esetében időközi hullámzásokkal.

Magyarországon a mezőgazdasági – így többek között a kukoricát érintő – vadkár jelentőségének növekedési okai közé sorolják a nagyvadfajok – elsősorban a gímszarvas (*Cervus elaphus*) és a vaddisznó (*Sus scrofa*) – 1960-as évek óta dokumentált (Csányi és mtsai 2014) állománynövekedését (Buzgó 2006, Mátrai és Járasi 1986), a földek 1990 utáni ismételt magánkézbe kerülését és az 1996. évi LV. „a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadászatról” szóló törvény életbe lépését (Varga és Kása 2011) is.

A gímszarvas és a vaddisznó állománysűrűsége, valamint a térített mezőgazdasági vadkár alakulása közötti kapcsolatot később Bleier (2014) bizonyította, további – a térített mezőgazdasági vadkár alakulására – döntő mértékű befolyással bíró tényezőként pedig az élőhely szerkezetét (az erdőterület aránya és az erdőszegély hossza), valamint a termesztett mezőgazdasági kultúrák kínálatát azonosította. A termények felvásárlási ára és a vadkár közötti kapcsolatot is évtizedekkel azelőtt felismerték (Berdár és Mátrai 1978), hogy igazolni sikerült volna (Bleier és Szemethy 2003, Csányi 2004). Az agrártermelők a profit maximalizálásában érdekeltek, így igyekeznek magas piaci áron értékesíthető terményt előállítani (Bleier 2014). A kukorica – termőhelyi tényezőktől és fajtaválasztástól is függő – magas terméshozama **(9.1. Melléklet 3. ábra)** és felvásárlási ára **(9.1. Melléklet 4. ábra)** alapján ezt az igényt teljes mértékben kielégíti. Ennek köszönhetően a termelők még akkor is gyakran előnyben részesítik más kultúrákkal szemben, ha ez adott esetben a kívánt vetésváltás (Radics 2003) elhagyásával

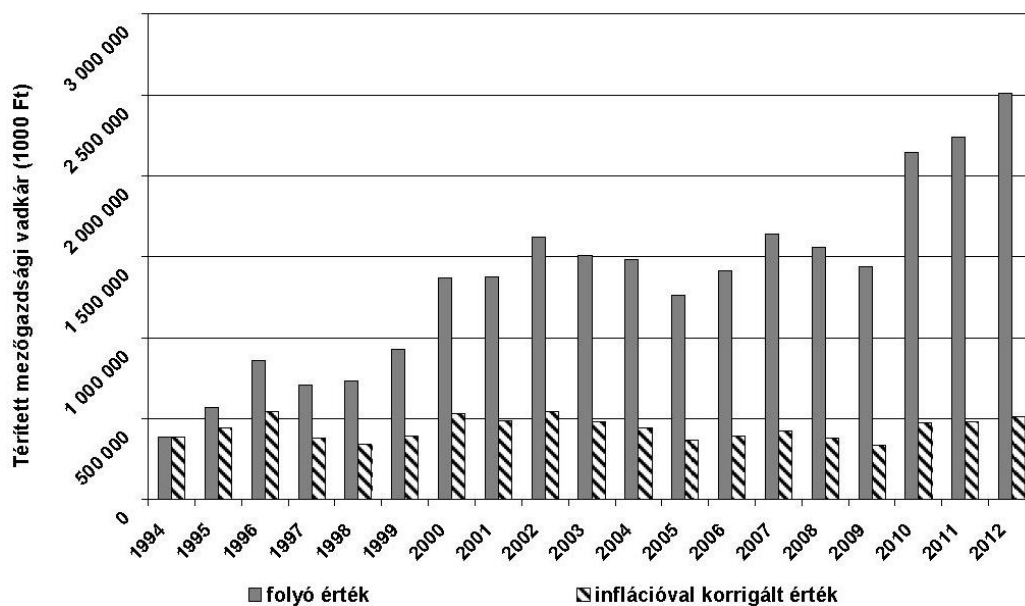
vagy a vadászatra jogosult fokozott vadkárveszélyről való tájékoztatásának figyelmen kívül hagyásával (Varga és Kása 2011) jár.

A fentebb említett két hazai vadfaj mellett más országokban is számos emlős- és madárfaj kukoricában megjelenő, változó jelentőségű károsítása is ismert. Ilyen fajok – a teljesség igénye nélkül – a borz (*Meles meles*) (Bíró és mtsai 2010, Lanszki 2002, Poole és mtsai 2002), az európai bölény (*Bison bonasus*) (Hofman-Kamińska és Kowalczyk 2012), a fehérfarkú szarvas (*Odocoileus virginianus*) és a mosómedve (*Procyon lotor*) (DeVault és mtsai 2007, Engeman és Sterner 2002), a barna medve (*Ursus arctos*) (Rigg és Adamec 2007), a mezei nyúl (*Lepus europaeus*), az őz (*Capreolus capreolus*) (Varga és Kása 2011), az Anubisz-pávián (*Papio anubis*), a vörösfarkú cercóf (*Cercopithecus ascanius*) (Naughton-Treves 1998), a fácán (*Phasianus colchicus*) (Bleier 2014), a balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) (Rékasi 1980), az örvös galamb (*Columba palumbus*) (Rékasi és Sterbetz 1991), a szajkó (*Garrulus glandarius*) (Sterbetz 1973), a vetési varjú (*Corvus frugilegus*) (Varga és Kása 2011) és a pirosvállú csirőge (*Agelaius phoeniceus*) (De Grazio és mtsai 1969).

A vadon élő állatfajok által okozott károk kezelése gyakran alapul valamilyen kompenzációs rendszeren (Putman 2011). Az ilyen rendszereknek egyes esetekben negatív – pl. a növénytermesztők kármegelőzési törekvéseinek csökkenésében megnyilvánuló – hatásai is lehetnek (Bulte és Rondeau 2005), vagy a problémát megoldó valódi eredmények nélkül működhetnek. Jelenleg a hazai kártérítési rendszer is ide sorolható, mivel annak ellenére, hogy – másfelől éppen azért, mert – a vadgazdálkodók részére évről-évre komoly anyagi megterhelést jelent (**1. ábra**), folyamatos feszültséget tart fenn a természeti erőforrásokat használók, hasznosítók (vadgazdálkodók, növénytermesztők, állattenyésztők, erdőgazdálkodók) között. A megoldás pedig már hosszú ideje várat magára, hiszen a vadkárok körüli vita évszázados múltra tekint vissza (Bleier 2014).

A mezőgazdasági vadkárok becslése szükséges a probléma ökonómiai értékeléséhez, további fokozódásának előrejelzéséhez, így pedig a kezelés és védekezés tudományos módszerekkel történő megalapozásához is (Engeman és Sterner 2002).

Magyarországon a térített mezőgazdasági vadkár adatait az Országos Vadgazdálkodási Adattár (OVA) gyűjti (<http1>), a vadkárbecslés rendszeréről és folyamatáról pedig jogszabályok rendelkeznek (Bleier 2014).



1. ábra: A térített mezőgazdasági vadkár alakulása folyó értéken és az infláció mértékével módosítva Magyarországon 1994 és 2012 között az Országos Vadgazdálkodási Adattár adatai alapján (Bleier 2014)

2.2. A mezőgazdasági vadkárbecslési eljárás menete Magyarországon

A mezőgazdasági vadkár kérdéskörét Magyarországon jelenleg alapvetően az 1996. évi LV., „a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadásatról” szóló törvény (Vtv.), ill. az annak végrehajtásáról szóló 79/2004. (V. 4.) FVM rendelet (Vhr.) szabályozza. A vadkárbecslési eljárás közigazgatási eljárásnak minősül, így annak során a 2004. évi CXL., „a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól” szóló törvény (Ket.) rendelkezéseit is figyelembe kell venni (Varga és Kása 2011).

A jogosult – aki a kárt okozó vad vadászatára jogosult, és akinek vadászterületén a károkozás bekövetkezett, illetőleg akinek vadászterületéről a vad kiváltott – köteles megtéríteni a károsultnak a gímszarvas, a dámszarvas, az őz, a vaddisznó, valamint a muflon által okozott – a vad táplálkozása, taposása, túrása vagy törése következtében a szántóföldön, a gyümölcsösben és a szőlőben a mezőgazdasági kultúra terméskiesését előidéző (Vhr. 82. § (2)) – kárnak a bekövetkezett összes kár alapján számított (Vhr. 82. § (1)) öt százalékot meghaladó részét (Vtv. 75. § (1-2)).

Sem a Vtv., sem a Vhr. nem rendelkezik azon károkról, amelyeket a nevesített vadfajok körén kívül eső vadászható faj okoz, így pl. a borz, a vetési lúd, a nagy lilik és a balkáni gerle mezőgazdasági károkozása esetében a vadkár fogalmilag kizárt (Varga és Kása 2011).

A jogszabályok a vadászatra jogosult és a föld használója számára is meghatározzák a károk megelőzése érdekében kötelezően végrehajtandó intézkedések körét, amelyek elmulasztása a későbbi kármegosztást befolyásolhatja (Vtv. 78. § (1-2), (Vtv. 79. § (1-2)).

Mezőgazdasági vadkárt bejelenteni, térítését igényelni kukorica esetében ápr. 15. és nov. 30 között lehet (Vhr. 82. § (3)).

A vadkár megtérítése iránti igényt a kár bekövetkezésétől – folyamatos kártétel esetén az utolsó kártételtől – számított 30 napon belül kell közölni a kárért felelős személlyel. Ha a károsult és a felelős személy között a közléstől számított 8 napon belül nem jön létre egyezség a kár megtérítéséről és annak mértékéről, és a károsult kárának megtérítését nem közvetlenül a bíróságtól kéri, a károsult a károkozás helye szerint illetékes települési önkormányzat jegyzőjétől 8 napon belül írásban vagy szóban kérelmezheti a károsult és a felelős személy közötti egyezség létrehozására irányuló kárbecslési eljárás lefolytatását (Vtv. 81. § (1-2)).

Az első 8 napos határidőig terjed a vadkárbecslési eljárás egyezségi szakasza, amely tisztán polgári eljárás, ilyenkor a felek egymással együttműködve, eljáró hatóság nélkül próbálnak egyezsége jutni. Ebben a szakaszban is kérhetik szakértő közreműködését, azonban ilyenkor nincsenek előírások a szakértő kompetenciáira vonatkozóan.

Ha ebben a szakaszban nem születik egyezség, akkor a jegyző által vezetett következő eljárási szakaszban a kár megállapítását közép- vagy felsőfokú szakirányú végzettséggel és legalább ötéves szakmai gyakorlattal rendelkező (Vtv. 81. § (3), Vhr. 83. (1)) kárszakértő végezheti el. A szakértőt a jegyző nyolc napon belül rendeli ki a vadászati hatóság által összeállított és rendelkezésére bocsátott névjegyzék alapján (Vhr. 83. (3)).

A kár becslését a kirendeléstől számított nyolc napon belül kell lefolytatni. A szakértő feladata megállapítani a kár tényét, mértékét és értékét. A kárbecslést akkor is le kell folytatni, ha a kár bejelentése a 30 napos bejelentési határidő után történt. Ha késedelmes bejelentés miatt a kár tényének vagy mértékének megállapítása bizonytalanná válik, azt a bejelentő terhére kell figyelembe venni (Vtv. 81. § (4)).

A kárbecslésről jegyzőkönyvet kell készíteni, amelynek tartalmaznia kell a szakértő és a felek megnevezését, címét, a szakértő helyszíni megállapításait, az általa megállapított kár mértékét, valamint azt, hogy a károsult a kármegelőzési kötelezettségének milyen módon tett eleget, illetve a felek vadkárátalány-fizetésben megállapodtak-e, továbbá a felek, ill. képviselőik által a szakértő megállapításaira tett esetleges észrevételeit is (Vhr. 84. § (1)).

A vadkár becsléséhez a szakértő által alkalmazott jegyzőkönyv mintáját a Vhr. 19. számú melléklete tartalmazza. A jegyzőkönyvet a szakértőnek és a jelenlevő feleknek kell aláírniuk (Vhr. 84. § (2)).

A szakértő köteles a jegyzőkönyvet haladéktalanul átadni a jegyzőnek. A jegyző az abban foglaltak alapján egyezség létrehozását kísérli meg a felek között a kár megtérítésére vonatkozóan. Ha a felek között kötött egyezség megfelel a jogszabályokban foglalt

feltételeknek, nem sérti a közérdeket, mások jogát vagy jogos érdekét, valamint tartalmazza a kötelezett kártérítésre vonatkozó kötelezettségvállalását, a felek által előlegezett eljárási költség felek általi viselését, a kártérítés (eljárási költség) összegét és pénznemét, a teljesítés módját és határidejét, a jegyző az egyezséget határozatba foglalja és jóváhagyja. Ha a felek között nem jött létre egyezség vagy az nem hagyható jóvá, a jegyző az eljárást megszünteti. A károsult az eljárást megszüntető végzés jogerőre emelkedésétől számított 30 napon belül kérheti a bíróságtól kárának megtérítését. A határidő elmulasztása jogvesztéssel jár (Vhr. 84. § (5-8)). A termelő a jegyző helyett közvetlenül a bíróságtól is kérheti kárának megtérítését, azonban erre általában csak akkor kerül sor, ha a termelő és a vadászatra jogosult viszonya olyan mértékben elmérgesedett, hogy nincs esély együttműködésre és megegyezésre. A bírósági peres eljárás költségesebb és hosszadalmasabb is, ezért mindkét fél számára előnyösebb, ha az egyezségi szakasz vagy a jegyzői eljárás során egyezsége jutnak (Varga és Kása 2011).

A jogszabályok nem írják elő a kárt becslő szakértők számára, hogy milyen módszert alkalmazzanak, így a szakértők szabadon, saját söntésük alapján választhatják ki számukra megfelelő metodust (Balázs 2011, Bleier 2014).

2.3. A vadkárbecslési módszerek csoportosítása

A mezőgazdasági vadkár becslésére alkalmazható számos módszer két nagy csoportba osztható, így léteznek szubjektív (személyes tapasztalatokra alapozó) és objektív (méréseken alapuló) metódusok (Varga és Kása 2011).

A szubjektív módszer a vadkárt felmérő szakértő által a korábbi munkái során begyűjtött tapasztalatokra épül, az ilyen módszerrel becsült károsítási arány valójában egy saccolással kialakított érték (Varga és Kása 2011). Varga (2010) szerint a szubjektív becslés helyessége megkérdőjelezhető, az általa vizsgált 5 ha területű kukoricatáblán az ilyen módszerrel megállapított 22,61%-os károsítási arányhoz képest lényegesen kisebb kármértéket mutatott ki szisztematikus (9,55%) és mintateres (4,74%) kárfelvételezéssel.

A keletkezett vadkárt a vadászatra jogosult – a felek közti kármegosztástól függő mértékben – köteles megtéríteni. Egy saccolt kármérték nem szolgáltathat biztos, védhető alapot a kártérítési eljárás során. Ezt támasztja alá az az eset, amikor a szubjektív becslés eredményét megkérdőjelező fél egy napon belül másik szakértőt kér fel objektív kárbecslés elvégzésére. Ilyenkor gyakran nagyságrendbeli eltérés is tapasztalható a két kárbecslés eredménye között (Varga és Kása 2011).

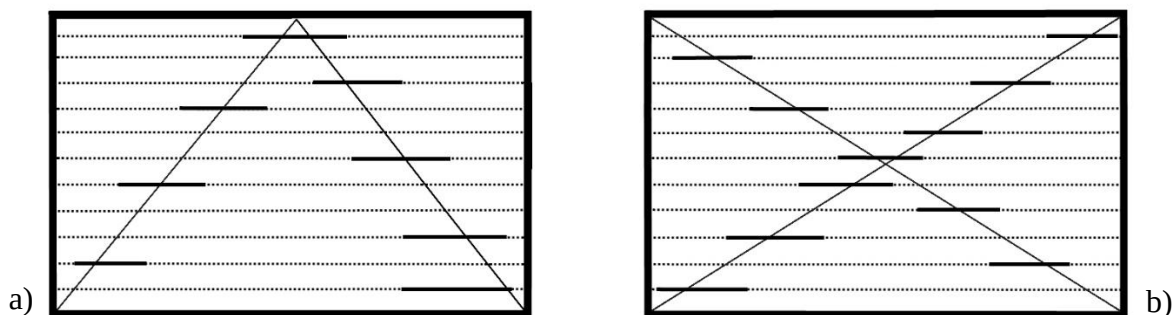
Az objektív becslési módszerek számszerű, mért adatokra támaszkodnak (Varga és Kása 2011). Ilyen vadkár-felvételezést tesznek lehetővé az alábbiakban ismertetett mintateres

(Klátyik 2003, Völgyi 2002), szisztematikus (Bleier és mtsai 2006) és variable area transect (VAT) (Engeman és Sterner 2002) módszerek.

2.4. A mintateres vadkár-felvételezési módszer

Az objektív módszerek gyakran mintaterületekkel dolgoznak, amelyek méretben és kijelölésük módjában eltérhetnek egymástól (Varga és Kása 2011). A mintaterék számát a felméréendő tábla területe határozza meg. Simon (1974) ajánlása alapján 5 ha-os táblaméretig 10, míg 5 ha felett a tábla területének ha-ban kifejezett értéke kétszeresével egyenlő mintaszámot (pl. 40 ha-on 80 db) kell felvenni. A mintaterület nagysága 1/1000 ha, azaz 10 m². Széles sortávú növények esetében a mintaterületeket vonalasan jelölik ki, így olyan téglalap alakú területek keletkeznek, melyek szélessége pontosan egy sortávolságnyi, középvonalában pedig egy sor növény található. Hosszúságuk – a sortávolságot ismerve – a következő képlet alapján számítható ki folyóméterben: mintaterület hossza (fm) = 10 m² / sortávolság (m).

A mintaterületek kijelölése történhet V alakú nyomvonalon vagy a tábla két átlójának mentén is (2. ábra). Minden mintaterületen rögzítendő a tőszám, a károsítási arány és a kárt okozó vadfaj (Völgyi 2002).



2. ábra: Mintaterék kijelölése V alakú nyomvonalon (a) és a tábla átlói mentén (b) (Varga és Kása 2011 nyomán, módosítva)

A mintateres vadkárbecslés a kukorica mellett egyéb széles sortávú (kapás) és sűrű sortávú növényeknél is alkalmazható, utóbbi esetben 1 m² területű mintateréket jelölnek ki keretlécclal vagy mintavételi körzővel, V vagy W alakú nyomvonalon (Varga és Kása 2011, Völgyi 2002). Varga és Kása (2011) szerint e becsléstípus alapvető hibája, hogy a terméshozam és a károsítás tekintetében viszonylag homogénnek tekinti a táblát.

Az itt bemutatott mintateres becslés kvadrátokat alkalmaz, amelyhez részben hasonló módszert Engeman és Sterner (2002) kukoricában jelentkező vadkár becslése során vizsgált. Esetükben fix – nem pedig a sortávolság alapján, 0,001 ha mintatér-területhez kiszámított –, 5 m-es hosszúságú és 1, ill. 2 sor szélességű kvadrátok jelentették a mintateréket. Ezeket

sorpáronként kijelölt véletlen pontokon helyezték el, a mintaterekben pedig a hazai gyakorlattal ellentétben csak a károsított növények számát vették fel, majd – a későbbiekben bemutatott variable area transect (VAT) módszerhez hasonlóan – azok sűrűségét számították ki.

2.5. A szisztematikus („gödöllői”) vadkár-felvételezési módszer

A Szent István Egyetem Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszékén kidolgozott szisztematikus mintavételezési eljárás során X soronként és Y méterenként megállva egy 1 m hosszúságú mérőbot mellett felveszik a növényi kínálatot (db), a károsított növények számát (db) és feljegyzik a károsítási formát. A bejárt útvonalon folyamatosan rögzítik az egyes vadfajok nyomainak, hullatéksomóinak és ürülékeinek számát. A hullatéksűrűséggel a területhasználat intenzitását jellemzik, amely Bleier és mtsai (2010) eredményei alapján pozitív kapcsolatban áll a gímszarvas és a vaddisznó okozta mezőgazdasági vadkárral. Amely mintapontokon károsított növény is található, GPS készülékkel a pont koordinátáit is rögzítik, hogy a feldolgozás során a vadkár térbeli mintázata is elemezhető legyen. Az adatgyűjtés időpontját a tárgyalt módszerrel végzett vizsgálatok során mindig a növények fejlődési szakaszaihoz (fenológiai fázisaihoz) igazították (Bleier 2014). A feldolgozás külön kezeli a szélső sort (szegély) és a belső sorokat (táblabelső) (Bleier és mtsai 2006).

Varga (2010) a szisztematikus és a mintateres módszert vetette össze egy 5 ha méretű kukoricatáblán, előbbi 9,55%-os, míg utóbbi 4,74%-os károsítási arányt becsült. Koplányi (2012) ugyanazon a táblán végzett hasonló vizsgálatában a szisztematikus becslés 13,44%-os, a mintateres pedig 9,01%-os kárárányt adott eredményül, tehát mindkét esetben az előbbi módszer becsült magasabb károsítási arányt. A tényleges károsítási arányt egyik szerző sem ismerte, így a becslések pontosságát nem tudták értékelni.

2.6. A variable area transect (VAT) mintavételezési módszer

A biológiához kapcsolódó területeken végzett vizsgálatok gyakran magukban foglalják helyváltoztató mozgást nem végző stabil objektumok – pl. növény- vagy állatközösségek, tengerparti madarak fészkei, gerinctelen populációk, kistrágyaszórók által károsított cukornád – sűrűségének megállapítását. Ennek meghatározására a sűrűségbecslési módszerek két csoportja, a jól ismert kvadrátokkal, ill. a kisebb figyelmet kapó, mintapont nélküli távolságmérésekkel dolgozó mintavételezések (plotless density estimator, PDE) a leginkább alkalmasak (Dobrowski és Murphy 2006, Engeman és mtsai 1994, Parker 1979).

Az ideális sűrűségbecslő metódus robosztus, nem érzékeny a populáció térbeli mintázatára vagy sűrűségére. A kvadrátos becslésre – megfelelő mintatér-méret esetén – az

előbbi igaz lehet, továbbá egyszerűen alkalmazható, de nagy munkabefektetést kívánhat, különösen, ha a megfigyelések ritkák, egyenlőtlen eloszlásúak vagy egyéb okból nehezen kivitelezhetőek. Ha a populáció eloszlása nem véletlenszerű, akkor a különböző kvadrátméreték különböző becslési eredményhez vezethetnek, valamint a kvadrát mérete a véletlen eloszlástól való eltérés felfedezésének lehetőségét is befolyásolja. A mintázandó populációk többsége (pl. növénytársulások, vadkár) általában véletlen helyett valamilyen csoportosuló mintázat felé tart, ami a kvadrátos mintavételezés komoly korlátjának tekinthető (Engeman és mtsai 1994).

A PDE módszerek lehetőségeit elsőként Cottam (1947 idézi Cottam és Curtis 1956) mutatta be, a csoportot a kvadrátok korlátainak átlépése és az igényelt emberi munkaidő-befektetés mérséklése érdekében fejlesztették ki. Esetükben elhagyható a fix mintavételi pontok elhelyezésének tervezése és a távolságmérés bizonyos körülmények között igen gyorsan kivitelezhető. Az egységnyi területre jutó objektumok számát mérő kvadrátokkal ellentétben a PDE módszerek ennek inverz értékét, az egy objektumra jutó átlagos szabad területet becslik, az objektumok közti távolságot felhasználva. Az objektumok közti átlagos távolságot megadva azok sűrűsége is kiszámítható (Cottam és Curtis 1956). Ez a távolság mérhető egy véletlenszerűen kiválasztott (random) pont és az r -dik megkeresett objektum között (legközelebbi egyed módszerek v. closest individual methods, CI) vagy egy egyed és a hozzá r -dik legközelebbi egyed között (legközelebbi szomszéd módszerek v. nearest neighbour methods, NN) (Dobrowski és Murphy 2006).

Az egyik legkorábbi, PDE módszerekkel foglalkozó tanulmányban Cottam és Curtis (1956) a CI és NN eljárásokat hasonlította össze további mintavételezési módszerekkel (random pairs, RP; point center quarter, PCQ; kvadrátos becslés) és azt találták, hogy a három erdőtársulásban és egy mesterséges populációban végzett vizsgálat alapján $r=1$ esetén a CI és NN módszerek eredményessége érdekében egyaránt korrekciós tényezőket kell alkalmazni.

A PDE módszerek további problémái, hogy a sűrűségbecslés pontossága függ a mintaelem-számtól (n) és a távolságméréssel elért objektumok számától (r), valamint érzékenyek a véletlenszerűtől eltérő térbeli eloszlásra (Diggle 1975, Engeman és mtsai 1994).

A Parker (1979) által kidolgozott variable area transect (VAT) mintavételezés a PDE és a kvadrátos módszerek kombinációjaként írható le (Engeman és mtsai 1994). A megfigyelő n db véletlenszerűen kiválasztott kezdőpontból kiindulva állandó (w) szélességű sávtranszektben mozog az r -dik számú populációtag (objektum) eléréséig. Ily módon az r -dik objektum helye a transzekt végét is meghatározza. A sűrűség számításakor az egyes kezdőpontoktól az r -dik egyedekig mért távolságokat összegzik ($\sum d_i$). A keresés és a távolságmérés a VAT esetében egyszerre történik, ami lehetővé teszi magasabb r értékek használatát is anélkül, hogy a

mintavételezéssel eltöltött idő aránytalanul megnövekedjen. Az objektumok egységnyi területre jutó sűrűségét (D) Parker (1979) a következő formulával adta meg:

$$D = \frac{nr - 1}{(w \sum d_i)}$$

Engeman és mtsai (1994) számítógépes szimulációval 24 PDE módszer becslési eredményeit hasonlították össze 6 térbeli eloszlás, 4 mintaelemszám és 4 populációsűrűség 96 kombinációjában. Azt találták, hogy a térbeli eloszlás véletlenszerűtől való távolodásával a becslési eredmény hibája növekedett, a CI és NN módszerek különösen érzékenyek voltak ezekre a változásokra. A minta növelésével a módszerek teljesítménye is növekedett (n és r esetében egyaránt). Az $r=3$ esetében a PCQ és a variable area transect (VAT) eljárások teljesítettek legjobban, azonban előbbi $r \geq 3$ mellett a gyakorlatban már nem praktikus, mivel nehezen eldönthető, hogy melyik az r -dik objektum. Az r növelésével a mintaterületen kereséssel töltendő idő is megnő, amivel a PDE módszerek egyik lényeges előnye, a gyors és hatékony munkavégzés veszik el. Összességében kijelentették, hogy a VAT a három legjobban teljesítő mintavételezés közé tartozik, azon PDE módszerek közül pedig, melyek egynél több objektum megkeresését igénylik, valószínűleg a legegyszerűbben alkalmazható, mivel a becslést végző személynek minden véletlenszerűen kiválasztott mintaponttól csak egy irányba kell elmozdulnia, a gyűjtött adatokból pedig egyszerűen, akár kézzel is kiszámítható a becsült egyedsűrűség.

Egy későbbi vizsgálatban Engeman és Sugihara (1998) újabb kiterjedt számítógépes szimulációt végzett az r érték optimalizálására. További céljuk volt, hogy egy Morisita (1957) által korábban leírt sűrűségbecslési egyenletet is teszteljenek, amely az elképzelés szerint a csoportosuló populációk mintázása során fellépő torzítást volt hivatott mérsékelni. 4-4 térbeli mintázat, mintaelemszám és populációsűrűség 64 kombinációját tesztelték 3-tól 10-ig terjedő r értékek mellett. Eredményeik szerint az r értékének 3-ról 4-re való emelése jelenti a legnagyobb lépést a becslés minőségének javításában, $r=6$ felett pedig értelmét veszti a többletbefektetés. Morisita (1957) képlete következetesen nagyobb sűrűséget becsült az eredetinel (Parker 1979), ez a sűrűsödő mintázatoknál volt a legkifejezettebb.

Engeman és Sterner (2002) kukoricában jelentkező vadkár becslése során hasonlította össze a VAT mintavételezést egy kvadrátokon alapuló becsléssel. Egy Briggsdale (Colorado, USA) közelében fekvő, 24,7 X 100 m alapterületű, 76 cm sortávolságú kukoricatáblán végeztek teljes számlálást a növényi kínálatra és a károsított kukoricaegyedekre egyaránt. Hogy a károsítási arány változásából eredő hibát elkerüljék, a cenzust és a becsléseket egyazon napon végezték. Minden sorpár mentén kiválasztottak egy véletlen kezdőpontot, ahonnan az 5 m

hosszúságú és 1, ill. 2 sor szélességű kvadrátok és a VAT mérések is kiindultak, így minden becslés $n=17$ mintaelemszámmal dolgozott. A VAT esetében a 3, 4, 5 és 6 r értékeket, valamint a sortávolság egy- és kétszeresének megfelelő w értékeket teszteltek. A gyűjtött adatokat Parker (1979) és Morisita (1957) képletébe helyettesítve is feldolgozták, így összesen 18 (2 kvadrátos és 4 X 2 X 2 VAT) becslést vetettek össze a valós kársűrűséggel. Az összehasonlítás alapja a relatív torzítás v. relatív hiba (relative bias, RB) volt: $RB = \text{becsült sűrűség} - \text{valós sűrűség} / \text{valós sűrűség}$.

Az eredményeket vizsgálva a két sortávolság szélességű kvadrátokkal némileg kisebb kársűrűséget becsültek az egysorosnál, a kvadrátokkal pedig összességében jelentősen túlbecsülték a tényleges kárt. A VAT esetében a kétsoros transzekt kisebb kárt becsült az egysorosnál. A kétsoros, 4. vagy 5. károsított növényig (r) mérő becslés mindössze -1,1, ill. 1,3%-os relatív hibával közelített a valós értékhez. Csak a 3. károsított tőig mérő változatban volt pontosabb az egy növénytávolságos transzekt (3,9%-os hibával). A Morisita (1957) formulájával kiszámított összes érték legalább 14,4%-kal túlbecsülte a kárt.

Wisconsin (USA) államban Engeman és mtsai (2002) 55,2 X 132 m területű, 70 soros, szarvasfélék által károsított káposztaföldön végezték el a kárát és a károsítás teljes számlálását, majd az állami szinten standardként alkalmazott – légi fotók elemzésén alapuló – eljárással (Wisconsin Department of Natural Resources 1998) és a VAT módszerrel mintázták meg a növényeket. A vizsgálatot termésbecsléssel is kiegészítették, így ökonómiai értékelést is adhattak a becslési eredményhez csatolva. A VAT becsléshez a tábla minden – a sorok által meghatározott – egytizednyi szektorában kijelöltek egy-egy random kezdőpontot, amelytől a 3., 4., 5. és 6. károsított növényig mért távolságot jegyezték fel. A károsított fejek tényleges száma 1265 db volt, a standard módszer 1300 db, míg a VAT 346 db-ot becsült, így előbbi a kártérítés összegében mintegy 12 USD túlfizetést, utóbbi 180 USD alulfizetést eredményezett volna. A VAT módszer számottevő pontatlanságát a szerzők elsősorban a károsítás csoportosuló térbeli mintázatával magyarázták. Javaslatuk szerint a transzekt szélességét (w) sorokban elhelyezkedő növényeknél célszerű mindkét megfigyelhető sorra kiterjeszteni, a károsított növényeket pedig az r értékkel összefüggésben mindkét sorban szimultán módon figyelembe venni.

Hogy a korábbi, VAT módszert tesztelő számítógépes szimulációk eredményeit a természetben megtalálható, összetettebb és kevésbé előrejelezhető térbeli eloszlású objektumokról gyűjtött adatsorok elemzésével is kiegészítsék, Engeman és mtsai (2005) 17 db, teljes számlálással feltérképezett populáció (pl. gyurgyalag (*Merops apiaster*) fészeküregek, jelölt koalák (*Phascolarctos cinereus*) által használt fák, kistrágyaszőlők üregei, ill. károsításai

rizsben és cukornádban, a Vénusz felszíni kráterei, parti madarak fészkei, *Xantorhea* növények) adatait használták fel. Tanulmányuk elsősorban az alkalmazott r érték, mintaelemszám (n) és sávszélesség (w) hatását vizsgálta. Az értékelés szerint az elemzett adatsorok esetében az r optimális értéke 5 és 7 között adódott. A leghatékonyabb mintaszám $n > 20$ volt, az n 40 fölé emelkedéskor pedig a becslés minőségére gyakorolt pozitív hatás jelentősen redukálódott. A sávszélesség (w) a becslés minőségét legnagyobb mértékben befolyásoló tervezési tényezőnek bizonyult, az ajánlás szerint a terepi vizsgálatokban a lehető legnagyobb sávszélességgel érdemes dolgozni.

Dobrowski és Murphy (2006) megemlíti, hogy Engeman és Sugihara (1998) nem ejtett szót a transzekt szélességéről, mivel az ő szimulációjukban az egyedek kiterjedéssel nem rendelkező pontok voltak. Ezzel ellentétben azok a természetben változatos méretben és formában fordulhatnak elő, tehát okkal feltételezhető, hogy a transzekt szélességének (w) a megfigyelt objektumok méretével és alakjával változnia kell. Munkájukban célul tűzték ki, hogy mesterséges populáción vizsgálják a VAT sávszélesség hatását. Egy Schultz és mtsai (1961) által fejlesztett, 1 m^2 alapterületű populációmodellező eszközt használtak, amelyben 1840 db, 6 – 0,56 cm és 1,8 cm közti átmérőjű – méretkategóriába sorolt plexikorong jelképezi az egyedeket, ismert egyedsűrűséggel, borítással és átlagos egyedek közti távolsággal és annak megadásával, hogy nincsenek átfedő korongok. 3 sávszélességet elemeztek, amelyek az átlagos (1,2 cm), a legnagyobb (1,8) korongmérettel, ill. annak kétszeresével (3,6 cm) egyeztek meg. A transzekt szélessége jelentős hatást gyakorolt a becslés minőségére. A legnagyobb sávszélesség szignifikáns negatív torzítást eredményezett, míg a legkeskenyebb transzekt esetében a nem véletlenszerű eloszlással jellemzett populáció valós sűrűségétől 10%-nál nagyobb mértékben eltérő becslési eredmény nem született.

Nath és mtsai (2010) India déli részén, két kávéültetvényben és egy erdőkerületben hasonlították össze a fix területű kvadrátos és a VAT módszer alkalmazási lehetőségeit. Ezt szimulációs tesztekkel is kiegészítették, ahol különböző térbeli mintázatok és egyedsűrűséget is vizsgáltak. A szimulációban véletlenszerű térbeli eloszlás mellett mindkét mintavételezés egyaránt jól teljesített, sűrűsödő eloszlásnál mindkettő pozitív relatív hibával (kvadrátos: 12%-ig alacsony sűrűségnél; VAT: 9-12% minden egyedsűrűségnél), míg szabályos eloszlásnál a VAT módszer kismértékű negatív relatív torzítással (közepes és nagy sűrűségnél -5% és -7% között) dolgozott. A terepi vizsgálatok során azt találták, hogy a VAT használatával az emberi munkaerő-ráfordítás jelentősen mérsékelhető, így – amennyiben a vegetáció eloszlása véletlenszerűnek várható – a növényzet diverzitásának és sűrűségének felmérésében helyettesítheti a kvadrátos becslést.

3. Módszer és felhasznált anyagok

3.1. A mintatáblákon végzett vizsgálatok beállítása

A terepi vizsgálatok elvégzéséhez Gödöllőn, a Vadvilág Megőrzési Intézet közelében elhelyezkedő három egymással szomszédos, A, B és C betűkkel jelölt kukoricatáblán jelöltük ki – táblánként különböző térbeli eloszlással – a szimulált károsításokat.

A táblák hektáronkénti tőszámát a később tárgyalt mintateres vadkárbecslés során gyűjtött adatok segítségével becsültem. Itt a V alakú és átlós mintatér-elrendezésből származó, 1/1000 ha-ra jutó tövek számára vonatkozó adatát összevontan használtam fel, mivel a célom nem az volt, hogy a két elrendezés által becsült tőszámot összehasonlítsam, hanem az, hogy a lehető legpontosabb értéket kapjam, amit az elérhető legnagyobb mintaelemszám alkalmazásával kívántam elérni.

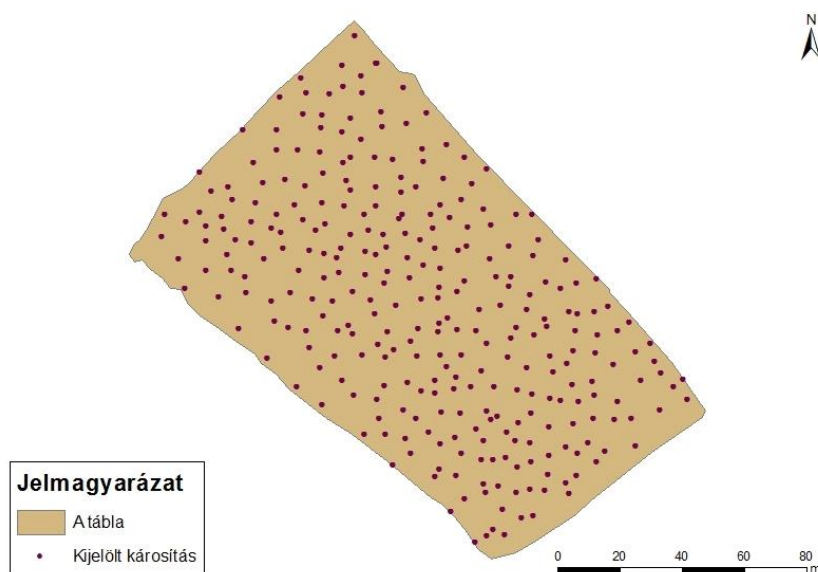
A szimulációban károsítottként szereplő növények jelölését narancssárga színű, időjárásálló, toluol-, kadmium-, CFC- és ólommentes SING IT jelölőfestékekkel (gyártó: Ratioparts GmbH) és piros színű bálakötöző zsinórral végeztük (**1. kép**), utóbbit a mintavételezést követően eltávolítottuk. A munka során összesen 17.021 db növényegységet festettünk meg.



1. kép: A károsítások kijelölése a terepi vizsgálatban (fotó: Bleier Norbert)

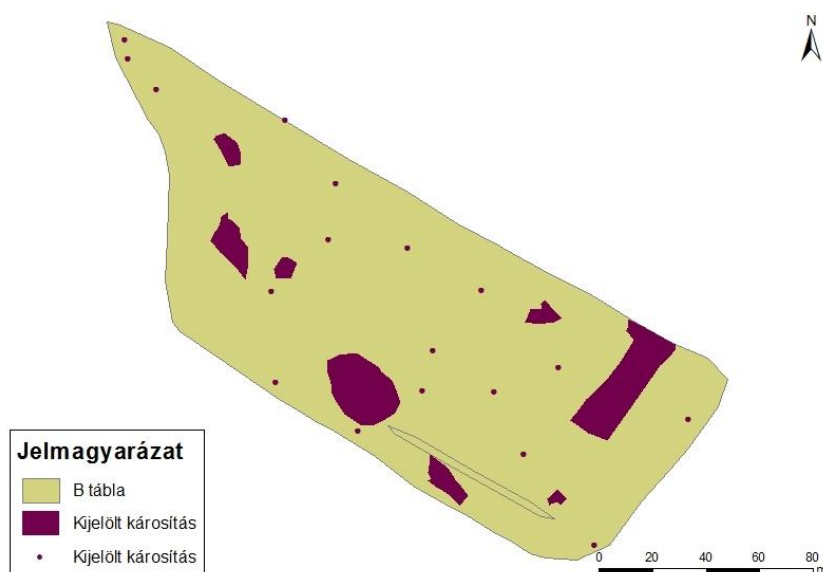
Az A mintaparcella területe 1,53 ha, átlagos sortávolsága 74,6 ($\pm 1,0$) cm, a jelölés során 298 ponton összesen 9.015 db kukoricatövet festettünk meg a táblát teljes egészében lefedő, szórt (nem pedig véletlenszerű) térbeli eloszlással (**1. térkép**). A jelölt pontok térbeli eloszlását az ArcGIS 10.2 (ESRI Inc.) Average Nearest Neighbor eszközével ellenőriztem ($z=14,1942$; $p=0,0000$). A módszer lényege, hogy minden pont és a hozzá legközelebb eső szomszédos pont

közötti távolságot leméri. Ha az átlagos távolság kisebb egy hipotetikus véletlenszerű eloszlásra jellemző értéknél, akkor az elemzett eloszlást csoportosulónak ítéli, ha pedig nagyobb annál, akkor szórtnak (http2, 9.1. Melléklet 5. ábra).



1. térkép: A károsítások kijelölése az A táblán a terepi vizsgálatban

A B parcella nettó területe 1,97 ha (találtunk benne egy 180,78 m² alapterületű bevetetlen foltot, amelyet kihagytam a számításokból, ahogyan a gyakorlatban pl. egy víznyomásos folt estében kell tenni), átlagos sortávolsága 76,0 ($\pm 0,8$) cm. Ezen a táblán bálamadzagos körbekerítésből és festésből álló kombinált módszerrel 8.149 db növényegyedet jelöltünk meg, foltokban koncentrálódó térbeli eloszlással (**2. térkép**).



2. térkép: A károsítások kijelölése a B táblán a terepi vizsgálatban

A B táblában található antenna és a hozzá vezető bevetetlen pászta 653,71 m²-es területére a táblára jellemző hektáronkénti tőszámból kiszámítottam, hogy mennyi növény lehetne rajta, ezt az értéket (4.502 db) pedig hozzáadtam a károsított növényszámhoz, így ezen a mintatáblán összesen 12.651 db károsított kukoricaegyeddel számoltam.

A C jelű tábla területe 3,27 ha, átlagos sortávolsága 75,5 (±1,2) cm. A jelölés során 12.148 db kukoricanövényt festettünk meg a tábla DK-i szegélyében sűrűsödő térbeli eloszlással. Egy ösvény által lehatárolt, 819,75 m²-es területrészen található, a táblára jellemző hektáronkénti tőszám segítségével kalkulált mennyiségű, 5.561 db növényt is károsítottként vettem számításba, tehát összesen 12.790 db tövet azonosítottam károsítottként.

A mintatáblák adatait az **1. táblázat**ban foglaltam össze.

Tábla	Károsítás eloszlása	Terület (ha)	Sortávolság (cm)	Átlagos becsült tőszám (db/ha)	Becsült tőszám (db)	Károsított növények (db)			Károsítási arány (%)
						Jelölt	Kalkulált	Összesen	
A	szórt	1,53	74,6 (±1,0) ¹	70 237 (±10 804) ⁴	107 463	9 015	-	9 015	8,39
B	foltos	1,97	76,0 (±0,8) ²	68 872 (±8 998) ⁵	135 678	8 149	4 502	12 651	9,32
C	szegély	3,27	75,5 (±1,2) ³	67 842 (±8 503) ⁴	221 843	7 229	5 561	12 790	5,77

¹ n=8; ² n=10; ³ n=17; ⁴ n=38; ⁵ n=39

1. táblázat: A terepi vizsgálatokhoz kijelölt kukoricatáblák adatai

A munka során Garmin GPSmap 60 és Garmin GPSmap 62st eszközökkel rögzítettük a parcellák körvonalát. Ez a táblák területének számításához, a mintateres becslések útvonalának kijelöléséhez és a VAT módszer random kezdőpontjainak elhelyezéséhez szükséges térinformatikai műveletek alapjául szolgált. A szórt, ill. a foltos eloszlású szimulált kár esetében a jelölt pontok koordinátáit, továbbá utóbbi esetben a körbekerített foltok körvonalát is felvettük.

A GPS készülékekből az adatokat MapSource 6.16.3 (Garmin Ltd.) szoftver segítségével töltöttem le. Az így kapott .gpx, ill. .gdb kiterjesztésű fájlok .shp fájlokká konvertálását, majd azok alapvető szerkesztési műveleteit a nyílt forráskódú Quantum GIS 2.2 Valmiera (QGIS Development Team, Open Source Geospatial Foundation Project) program és az azt kiegészítő Table Manager 0.6 (szerző: Borys Jurgiel) modul segítségével hajtottam végre. A későbbi feldolgozást az ArcGIS 10.2 for Desktop programcsomag részét képező ArcMap 10.2 (ESRI Inc.) szoftverrel végeztem. A munka során minden fájl és réteg koordinátarendszereként a HD72/EOV vetületi rendszert adtam meg.

3.2. A mintatáblákon végzett vadkár-felvételezés és -becslés

A kukorica sortávolságát a mintateres és a VAT becslés is számításba veszi. Ennek mérésére Klátyik (2003) a következő módszert javasolja: „20 hektár táblanagyságig 5; 40

hektárnál nagyobb táblán pedig 10 mérés szükséges. A sortávolságot a sorokra merőlegesen fordulva – véletlen kiválasztás alapján – az egyik átló jobb és bal oldalán váltogatva mérjük. A mérést mindig két sor között kell kezdeni, és így mérünk le minden esetben 10 m-t. Ezután a kimért távolságon belül megszámloljuk a sorokat. Ha a kukoricában 10 m-en a sorok száma 14, akkor a sortávolság $10/14 = 0,70 \text{ m} = 70 \text{ cm}$.”.

Ennél a módszernél a következő problémák merülnek fel: az általánosan használt kukorica sortávok (70, 75 és 76,2 cm) esetében a legkisebbnél valóban 14 sor eshet 10 m-re ($1000 \text{ cm} / 70 \text{ cm} = 14,29$), de a két nagyobb sorköznél egyaránt 13-13 ($1000 \text{ cm} / 75 \text{ cm} = 13,33$ és $1000 \text{ cm} / 76,2 \text{ cm} = 13,12$). További hibalehetőséget teremt, hogy nincs meghatározva, hogy két sor között pontosan honnan indítsuk a mérőszalagot, így azt úgy is be lehet állítani, hogy 70 cm-es sorköznél 15 ($14 \times 70 \text{ cm} = 980 \text{ cm}$), 75 és 76,2 cm-es sorköznél pedig egyaránt 14 ($13 \times 75 \text{ cm} = 975 \text{ cm}$ és $13 \times 76,2 \text{ cm} = 990,6 \text{ cm}$) növény essen 10 m-re.

A fenti felvételezés helyett mindhárom táblán hektáronként 5 db – így az A táblán 8 db, a B táblán 10 db, míg a C jelű parcellán 17 db – véletlenszerűen kiválasztott mintaponton **(9.2. Melléklet 1. térkép)** megállva, 10 sor együttes sortávolságát lemérve, majd a mért adatokat mintapontonként 10-zel osztva és táblánként átlagolva állapítottam meg a sortávolságot. A táblánkénti átlagszámítás előtt a mintapontokon adódó sortávok normál eloszlását Kolmogorov-Smirnov-tesztel ellenőriztem.

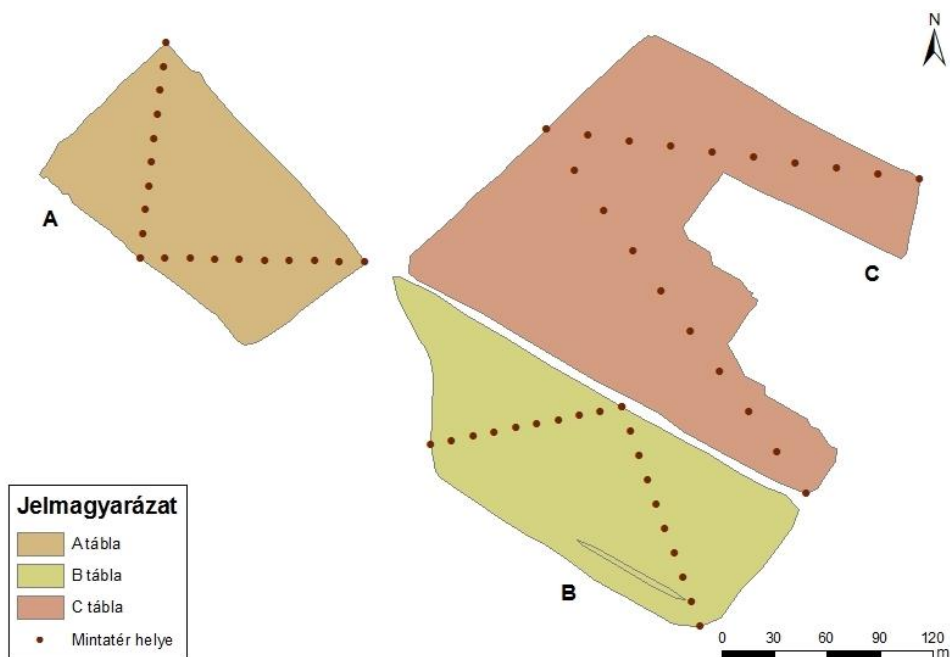
A mintaterek száma esetében Simon (1974) ajánlásánál nagyobb értéket határoztam meg, 10-10 db helyett mindhárom parcellán 20-20 db mintateret jelöltem ki. Ezek elhelyezéséhez a QGIS 2.2 Valmiera programban berajzoltam a táblákba illeszkedő V alakú vonalakat és az átlókat is. A C parcella sajátos alakja miatt az átlókat egy-egy töréspont segítségével úgy irányítottam, hogy minden pontjuk a tábla belsejébe essen. A vonalakat az ArcMap 10.2-ben 9-9 egyenlő szakaszra osztottam, a töréspontok pedig megadták a mintaterek koordinátáit **(3-4. térkép)**. A kapott pontokat nagy pontosságú térinformatikai GPS eszközre (Thales MobileMapper CE) töltöttem fel és ennek segítségével kerestem meg a táblán a mintaterületek helyét.

A mintaterek hosszát a Völgyi (2002) által leírt képlettel számítottam ki:

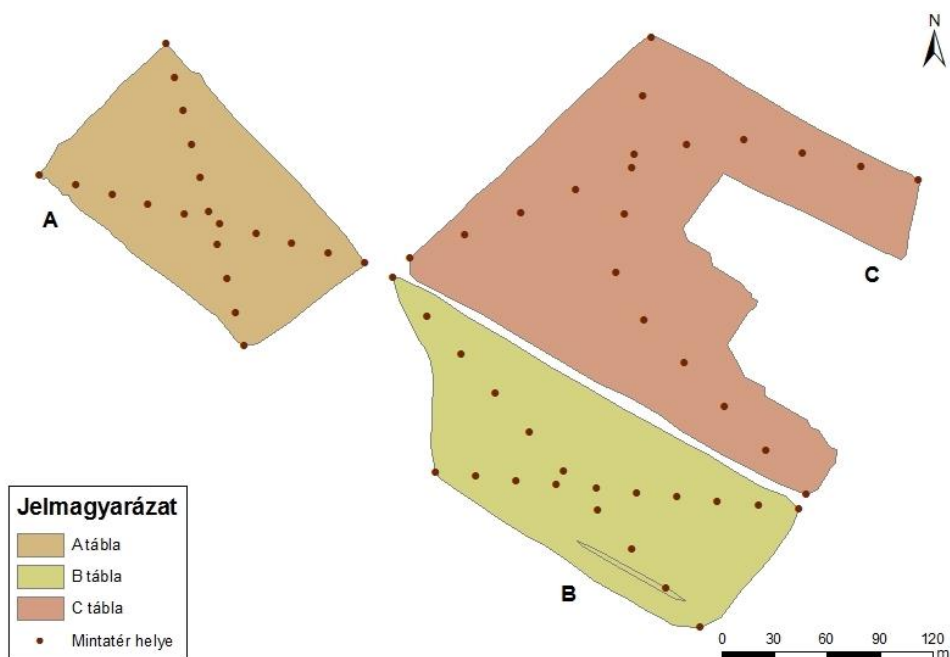
$$\text{Mintaterület hossza (fm)} = \frac{10 \text{ m}^2}{\text{sortáv (m)}}$$

Az A táblára így 13,41 m, a B táblára 13,16 m, míg a C parcellára 13,25 m mintatér-hosszúság adódott. A mintaterek kijelölésére szolgáló eszközt táblánként megfelelő hosszúságú bálakötöző madzagból és a két végére kötött leszúrópálcából, ill. karabinerből készítettem el.

A munka során a mintateretekbe eső összes és károsítottként megjelölt kukoricatövek számát jegyeztem fel (9.4. Melléklet 1. Jegyzőkönyv)



3. térkép: A V elrendezésű mintateretek elhelyezkedése a terepi vizsgálatban

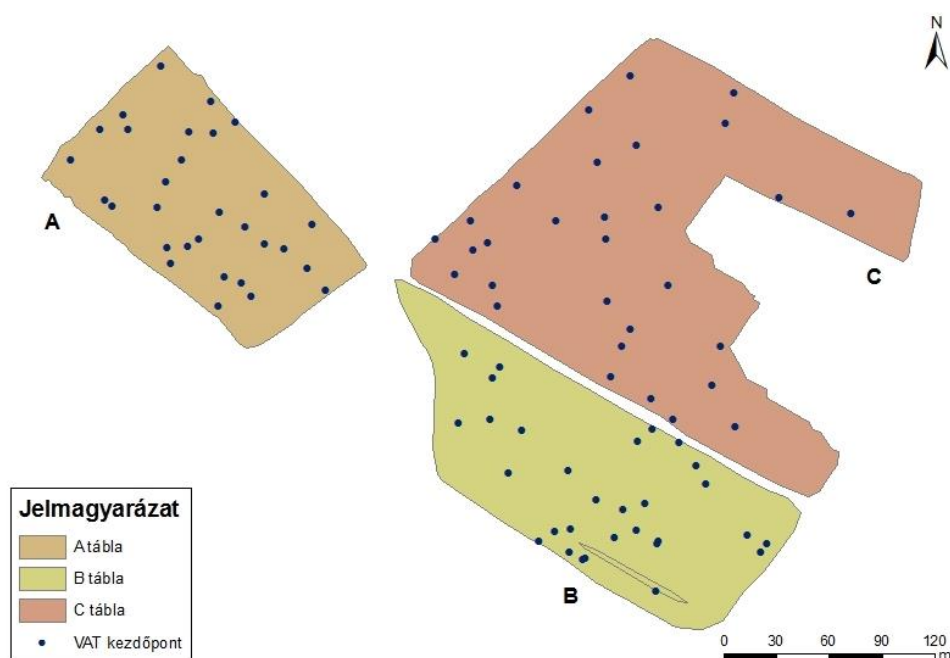


4. térkép: Az átlós elrendezésű mintateretek elhelyezkedése a terepi vizsgálatban

A szisztematikus kárfelvételezéskor minden 5. soron végigyalogolva és 5 méterenként megállva felírtuk az 1 m hosszúságú mérőbot mellett felvehető összes és károsítottként jelölt növény számát. Ahol károsított növényt is találtunk, GPS útpontot rögzítettünk, hogy utólag a

kár – a módszer által „kirajzolt” – térbeli eloszlása is megjeleníthető legyen (**9.4. Melléklet 2. Jegyzőkönyv**).

A VAT módszer kezdőpontjainak kijelöléséhez a QGIS 2.2 Valmiera programban táblánként 30-30 db véletlenszerűen elhelyezkedő pontot hoztam létre (**5. térkép**). Az indulási irány véletlenszerű kijelöléséhez a MS Excel 2013 véletlenszám-generátorát használtam, amely minden ponthoz 0 vagy 1 értéket, így ÉNY-i vagy DK-i irányt rendelt. A random kezdőpontokat szintén a Thales MobileMapper CE készülékre töltöttem fel és ennek segítségével kerestem meg a táblán azok helyét. A mérést 50 m hosszúságú mérőszalaggal végeztem minden ponttól a 6. károsítottnak jelölt növényig (r) (**9.4. Melléklet 3. Jegyzőkönyv**). A sortávolság kétszeresével egyenlő sáv szélességgel (w) dolgoztam, tehát a mérés során mindkét oldali kukoricasort figyelembe vettem.



5. térkép: A VAT mintavételezés kezdőpontjai a terepi vizsgálatban

3.3. A számítógépes vizsgálatok beállítása

A számítógépes szimuláció alapjául szolgáló 100 X 100 m-es kukoricatábla modelljének előállításához a QGIS 2.2 segítségével egy rácsot (gridet) hoztam létre, amely vízszintes és függőleges vonalainak metszéspontjai adták meg a vetett kukoricaszemek helyét. Sorközként szabványos kapás sortávot, 76,2 cm-t (Varga és Kása 2011), tötávként pedig 17,57 cm-t állítottam be, így a tábla 75.240 db pontból állt (Varga és Kása (2011) alapján a vetés 75-80 ezer szem/ha magmennyiséggel történik). A pontok 10%-át – véletlen szelekcióval kijelölve

– kikelt növényt nem tartalmazó pontként kezeltem. A megmaradó 67.716 db ponton (Varga és Kása (2011) 50-60 ezer tő/ha betakarításkori tőszámot említ) végeztem el a károsítások kijelölését. Ennek során minden térbeli káreloszlás (véletlenszerű; foltos; 1, ill. 2 oldali szegélyben sűrűsödő) minden károsítási aránya (10%, 20%, 30%) saját mezőt kapott az attribútum táblában, így minden ponthoz 12 db károsítást leíró mező tartozott. Az ép növények pontjai minden mezőben 1-es, míg a károsítottak 2-es értéket kaptak.

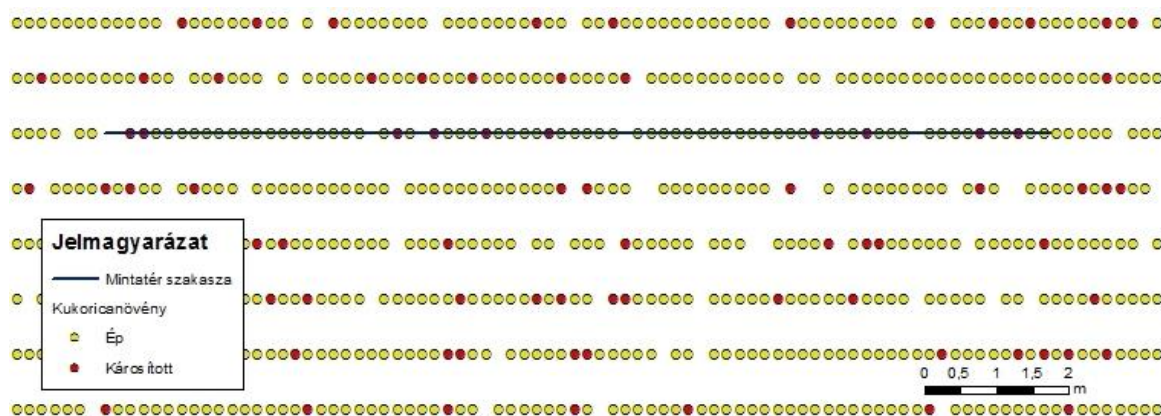
A véletlenszerű (random) eloszlású károsítás kijelölését véletlen szelekcióval végeztem el. A foltos (aggregált) károsítást szabadkézi kijelöléssel alakítottam ki.

Több vizsgálat is igazolta, hogy a mezőgazdasági vadkár túlnyomó többsége az erdővel határos táblaszegélyben sűrűsödik (DeVault és mtsai 2007, Thurjfell és mtsai 2009). Hofman-Kamińska és Kowalczyk (2012) Lengyelországban, Białowieża, ill. Knyszyn erdeinek közelében végzett kutatása alapján a bölény okozta károk 80,4, ill. 68,7%-a az erdőfoltoktól legfeljebb 500 m-re jelentkezett. Cai és mtsai (2008) vaddisznó esetében azt találták, hogy a kukorica károsítása az erdővel határos, 60 m széles táblaszegélyben összpontosult, az erdőtől 160 m-nél nagyobb távolságra pedig már nem észleltek károsítást. Bár ezen adatok értékeléséhez hasznos lenne az egyedek mozgáskörzetének és a vizsgált táblák méretének ismerete, ezeket egyik publikáció sem említi. Bleier és mtsai (2006) 93, 8, 26 és 17 ha területű kukoricatáblákon az erdőtől mért 50 m-es távolságon belül kiugró mértékű károsítási arányt, a tábla belsejében pedig kisebb-nagyobb károsított foltokat találtak.

E vizsgálatok eredményeit szem előtt tartva a tábla szegélyeiben sűrűsödő kárkép kialakításához 20 m távolságú puffert illesztettem a tábla 2, egymással szomszédos oldali szegélyére, az ebbe eső pontokban minden esetben az összes károsítás 80%-át, a tábla fennmaradó részében pedig 20%-át állítottam be. Az 1 szegélyben lévő károsítás során hasonlóan jártam el, de a szegélyt itt 25 m-re jelöltem ki, mivel a 30%-os károsítás 80%-át jelentő pontok száma meghaladta volna a 20 m-es szegélyben lévő összes pont mennyiségét.

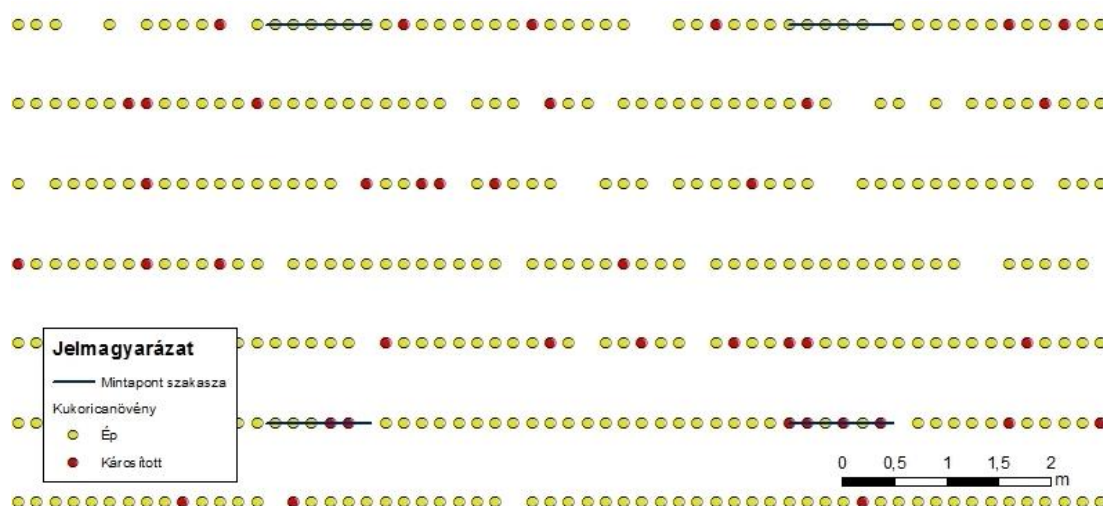
3.4. A számítógépes szimulációval végzett vadkár-felételezés és -becslés

A mintateres kárbecslés esetében a kijelölést segítő szakaszok létrehozásához – a terepi vizsgálat előkészítéséhez hasonlóan – berajzoltam a táblák átlóit és az azokba illeszkedő V alakú vonalakat is, majd a vonalakat 9-9 egyenlő szakaszra osztottam, a töréspontok pedig megadták a mintaterék helyeit. Mivel a pontok nem illeszkedtek a kukoricasorokra, mindig a hozzájuk közelebb eső sorra rajzoltam be a 13,12 m hosszúságú mintaterék szakaszait (**3. ábra**). A felvételezett szakaszokra illeszkedő pontokat kiválasztottam és megvizsgáltam azok károsítási arányát.



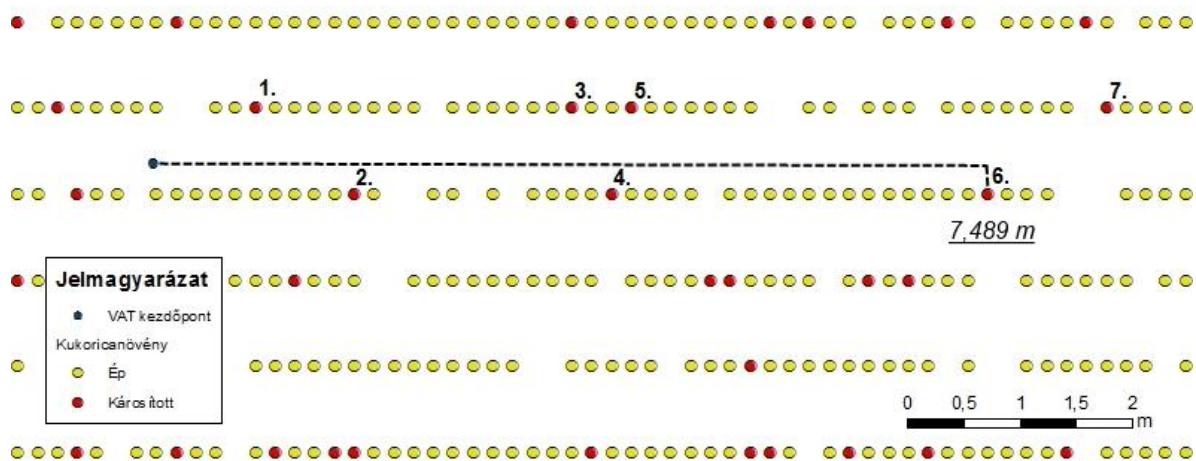
3. ábra: A mintateres becslés egy felvételező szakasza a számítógépes szimulációban

A szisztematikus kárfelvételezés modellezésekor a pontok létrehozására generált grid kukoric sorokat alkotó vonalai közül minden ötödikét kiemeltem, ezeket 1 m-es szakaszokra vágtam, amelyekből szintén minden ötödikét tartottam meg (**4. ábra**). A szakaszokra illeszkedő pontokat – az előző módszerhez hasonló módon – pozíciójuk alapján szelektáltam.



4. ábra: A szisztematikus becslés felvételező szakaszai a számítógépes szimulációban

A VAT módszerrel való kárbeccslés random kezdőpontjait – a terepi vizsgálathoz hasonlóan – a QGIS 2.2 program véletlen pontok eszközével hoztam létre. Az indulási irány véletlenszerű kijelöléséhez ebben az esetben is a MS Excel 2013 véletlenszám-generátorát használtam, amely minden ponthoz 0 vagy 1 értéket, így bal vagy jobb irányt rendelt. A mérést manuálisan, a távolságmérő eszközt a sorokkal párhuzamosan, a 6. károsított növényig irányítva végeztem el (**5. ábra**), a mért távolságokat pedig jegyzőkönyvben rögzítettem.



5. ábra: A mintateres becslés egy felvételező szakasza a számítógépes szimulációban

Az egyes vadkárbecslő szakértők által végzett kárbecslés eredménye még akkor sem lesz pontosan egyforma, ha azonos kukoricatáblán azonos módszert alkalmaznak, továbbá egyazon szakértő által különböző időpontokban – azonos kukoricatáblán, változatlan károsítási arány mellett – végzett kárbecslés eredményei is eltérhetnek egymástól. Annak érdekében, hogy e tényezők változatosságának hatását is vizsgáljam, továbbá a károsítási arány, a kár térbeli eloszlása és ezek kölcsönhatásának a becslési eredményekre gyakorolt hatását tanulmányozhassam, minden mintavételezési módszer esetében kukoricatábla-modellenként 5-5 db ismétlést folytattam le. Hogy ezt elvégezhessem, a szisztematikus és a mintateres becslések során előállított mintavételező szakaszokat toltam el a sorok között (ill. a szisztematikus becslés esetében a sorokon is) úgy, hogy lehetővé tegyék az 5 db ismétlést. A VAT módszer esetében az ismétléshez ötször generáltattam véletlen kezdőpontokat és minden alkalommal manuálisan végeztem el a távolságméréseket.

3.5. A gyűjtött adatok értékelése

Az egyes módszereken belül a terepi és szimulációs vadkár-felvételezés esetében megegyező módon számítottam ki a becsült kárárányt.

A mintateres felvételezéssel gyűjtött adatok feldolgozása során – a V alakú és átlós elrendezés esetében egyaránt – összeadtam a mintaterék teljes és károsított növényszámát is, majd a két összeg hányadosával fejeztem ki a károsítási arányt.

A szisztematikus módszerrel becsült károsítási arányt szintén a mintapontok összegzett károsított és teljes tőszámának hányadosaként adtam meg.

A VAT módszer esetében a Parker (1979) által megadott képlettel számítottam ki a károsított növények sűrűségét (D), ahol n a mintaelemszám (a véletlen kezdőpontok száma), w

a sávtranszsekt szélessége, r az elérendő károsított növény „sorszama”, $\sum d_i$ pedig az egyes kezdőpontoktól az r -dik egyedig mért távolságok összege:

$$D = \frac{nr - 1}{(w \sum d_i)}$$

A becsült károsítási arányt az így kapott érték és a – teljes táblára becsült (ill. a szimuláció esetében pontosan ismert) tőszám és a tábla területének segítségével kiszámított – teljes növényesűrűség hányadosaként adtam meg.

Az egyes módszerek pontosságát a számítógépes szimulációban a becslés hibájának eloszlását jellemző klasszikus mutatóval, az átlagos négyzetes eltéréssel (Mean Squared Error, MSE) mértem. Ez a valós érték és az egyes becslések közötti eltérések négyzetének átlagaként számítható ki (vagyis minden becslés öt ismétléséhez 1 db MSE-érték tartozik), ahol $\hat{k}$ a becsült kár, k a valós kár, $E(X)$ pedig az X változó várható értéke, azaz átlagértéke:

$$MSE = E[(\hat{k} - k)^2]$$

A becslés annál pontosabb, minél kisebb az átlagos négyzetes eltérés. Így ha $MSE = 0$, akkor a becslés hibája 100%-os valószínűséggel 0, vagyis a becslés 100%-os valószínűséggel megegyezik a valós értékkel. Az egyes becslések közül az tekinthető legjobbnak, amelynek legkisebb az átlagos négyzetes eltérése (Reiczigel és mtsai 2010).

A becslés véletlen hibája (véletlen ingadozása) a variancia négyzetgyökével, vagyis becslés standard hibájával (Standard Error, SE) írható le (Reiczigel és mtsai 2010), ahol $\hat{k}$ a becsült kár:

$$SE(\hat{k}) = \sqrt{\text{var}(\hat{k})}$$

A tendenciózus hiba, vagyis a torzítás (bias) a becsült értéknek a valós értéktől való eltérése (Reiczigel és mtsai 2010), ahol $\hat{k}$ a becsült kár, k a valós kár, $E(X)$ pedig az X változó várható értéke, azaz átlagértéke:

$$\text{bias}(\hat{k}) = E(\hat{k} - k)$$

Egy becslés torzítatlan, ha torzítása 0, tehát várható értéke (az ismétlések átlaga) egyenlő a valós értékkel. Ebből következően torzított, ha várható értéke eltér a valós értéktől (torzítása 0-tól eltérő). A becslés felfelé, illetve lefelé torzított, amennyiben a várható értéke tendenciózusan (de nem feltétlenül minden ismétlés esetében) nagyobb, illetve kisebb a valós értéknél (Reiczigel és mtsai 2010), így a torzítás iránya az egyes szimulációk öt-öt ismétlésének átlaga alapján meghatározható.

A becslés akkor a legjobb, ha véletlen hibája (SE) és torzítása (bias) is kicsi.

A becslések jellemzésére szolgáló további mutató a relatív hiba (Percentage Relative Bias, PRB), ami a becslt és a valós érték különbsége a valós érték százalékos arányában kifejezve (Reiczigel és mtsai 2010). Mivel relatív hibája minden egyes becslésnek van, ezt a számítógépes szimuláció mellett a terepi vizsgálat eredményei esetén is ki tudtam számítani az alábbi módon, ahol $\hat{k}$ a becslt kár, k pedig a valós kár:

$$PRB = \frac{\hat{k} - k}{k}$$

A károsítási arány, a kár térbeli eloszlása, valamint ezek kölcsönhatása által az egyes kárfelvételezési módszerek relatív hibájára (PRB) gyakorolt hatást a GIS szimulációban az egyes módszereken belül, kéttényezős variancia-analízissel (ANOVA) elemeztem. A két tényező (faktor) a károsítás mértéke és a kár térbeli eloszlása volt és vizsgáltam a tényezők közötti interakciót is. A csoportok páronkénti összehasonlítását Tukey post-hoc teszttel végeztem (Reiczigel és mtsai 2010).

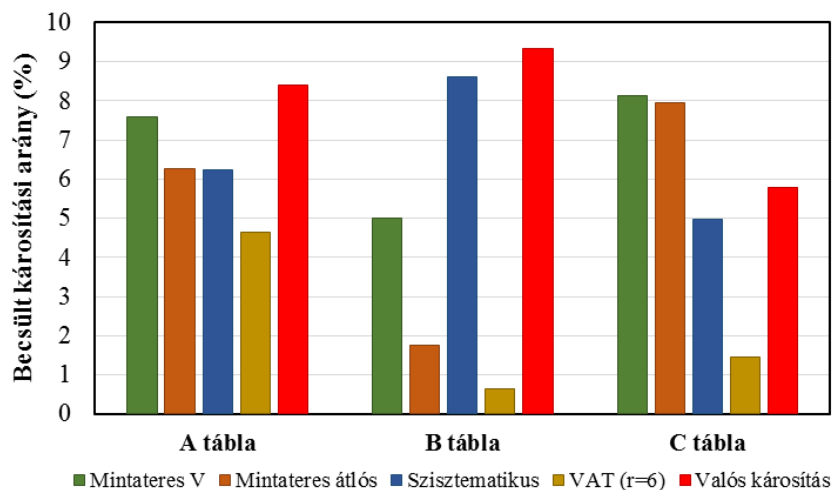
Az átlagszámítás előtt az ismétlések becslési eredményeinek normál eloszlását Kolmogorov-Smirnov-teszttel ellenőriztem.

A bemutatott statisztikai elemzésekhez a MS Office Excel 2013 táblázatkezelő mellett InStat v3.05 (GraphPad Software Inc.) és R v2.15 (R Development Core Team) szoftvereket használtam.

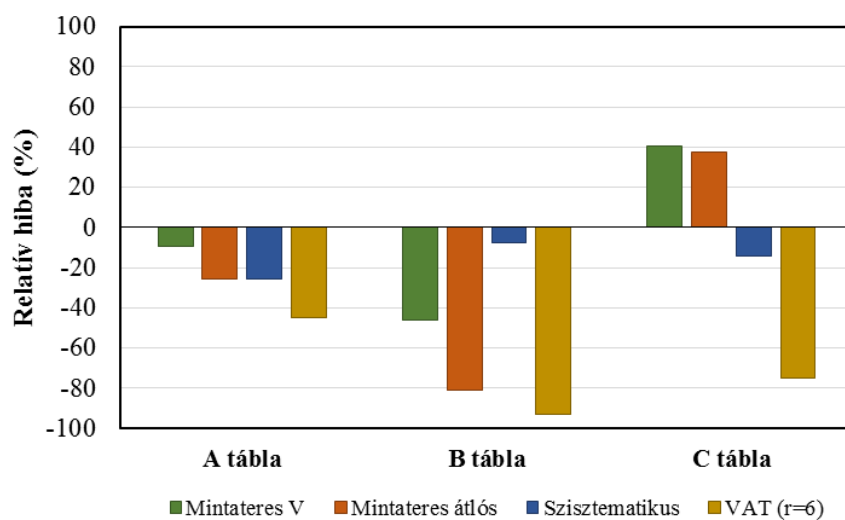
4. Eredmények

4.1. A mintatáblákon végzett vizsgálatok eredményei

Az egyes módszerek terepi vizsgálatból származó becslési eredményeit az **6. ábra**, relatív hibáit pedig a **7. ábra** mutatja be.



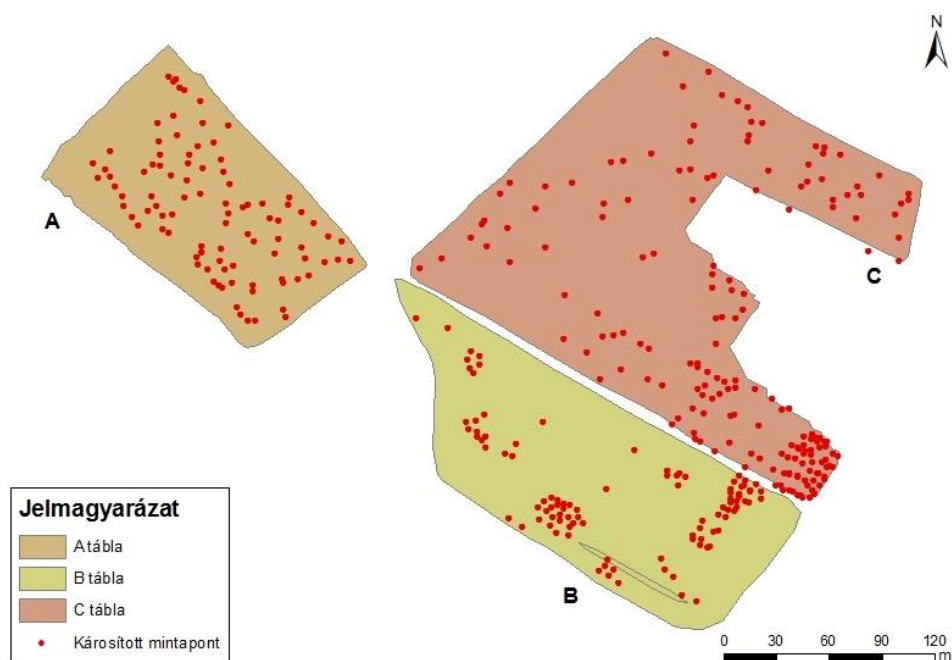
6. ábra: Az egyes vadkárbecslési módszerek eredményei a terepi vizsgálatban



7. ábra: Az egyes vadkárbecslési módszerek relatív hibái a terepi vizsgálatban

A mintateres módszer az A és B táblákon (így a szórt és foltos kármintázat mellett) mindkét mintatér-elrendezéssel alulbecsülte a kárt, míg a C tábla (így a szegélyben sűrűsödő károsítás) esetében túlbecsülte azt. Átlós elrendezés mellett a relatív hiba abszolút értéke az A és B táblákon jelentős mértékben meghaladta a V alakú elrendezés értékeit, a C táblán pedig az utóbbi mintatér-elhelyezés vezetett nagyobb relatív hibához.

A szisztematikus mintavételezés mindhárom táblán alulbecsülte a kárt, legnagyobb mértékben az A, míg legkisebb mértékben a B jelű kukoricatábla esetében. A mintavételezés során rögzített károsított pontok a **6. térképen** láthatóak.



6. térkép: A szisztematikus vadkárbecslés során rögzített károsított pontok a terepi vizsgálatban

A VAT felvételezés mindhárom táblán jelentősen alulbecsülte a kárt, legnagyobb mértékben a B, legkisebb mértékben pedig az A jelű kukoricatábla esetében.

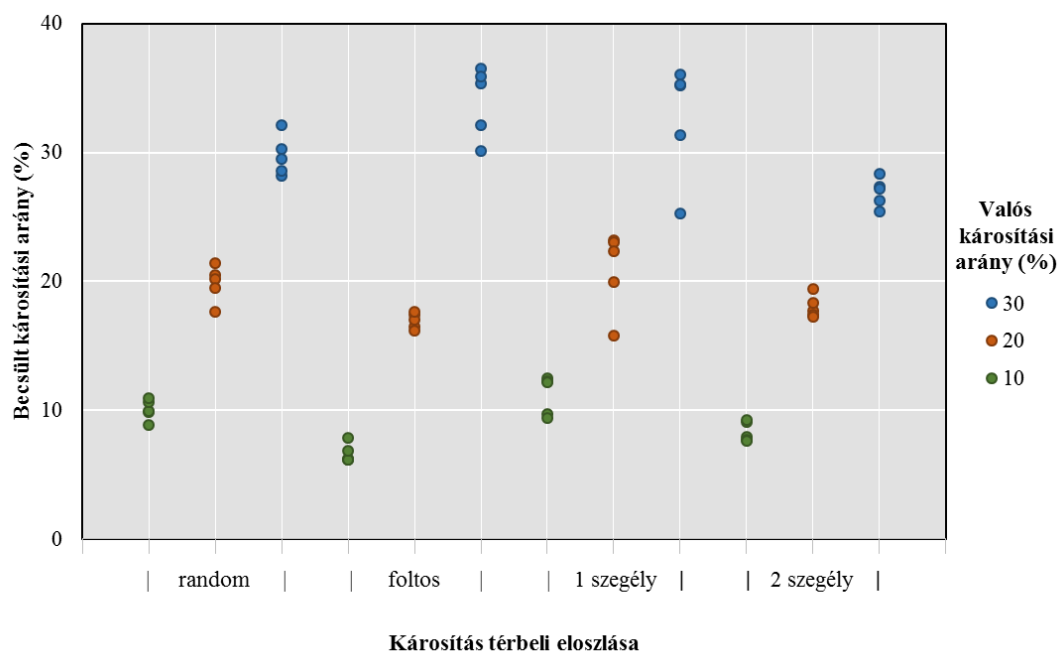
Az A és B táblán mindhárom módszer alulbecsülte a károsítást, míg a C tábla esetében a szisztematikus és VAT módszer alul-, a mintateres pedig túlbecsülte azt. A valós kártól legnagyobb mértékben eltérő becslést mindhárom táblán a VAT módszer adta. A tényleges károsítási arányt az A táblán a V elrendezésű mintateres, a B és C táblákon pedig a szisztematikus módszer eredménye közelítette meg leginkább.

4.2. A számítógépes szimulációk eredményei

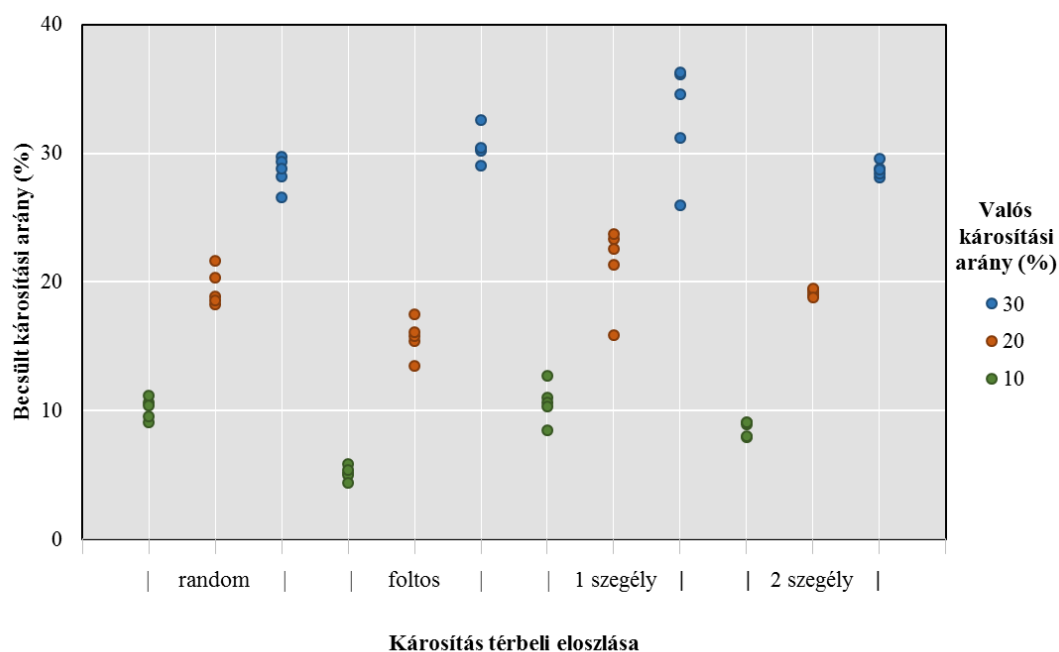
4.2.1. Az egyes módszerek becslési eredményei

A mintateres módszer V alakú mintatér-elrendezéssel dolgozó változata a 2 szegélyben sűrűsödő és a 10, ill. 20%-os, foltos eloszlású kárt minden ismételten során alulbecsülte. A 30%-os, foltos károsítás mellett minden ismételten – egyik esetben igen csekély mértékű – túlbecslést eredményezett. A többi mintavételezésben alul- és felülbecslések egyaránt történtek (**8. ábra**).

A mintateres átlós elhelyezésével a 2 szegélyben sűrűsödő és a 10, ill. 20%-os, foltos, valamint a 30%-os, véletlen eloszlású károsítás mellett minden ismételten alulbecslést eredményezett. A többi szimulációban alul- és felülbecslések egyaránt történtek (**9. ábra**).

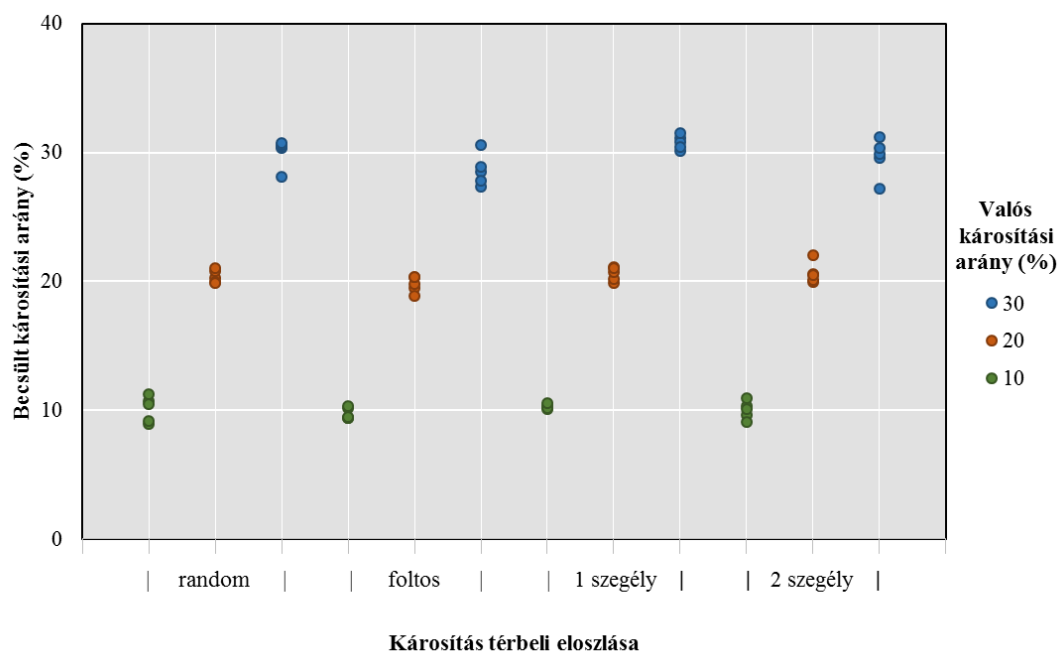


8. ábra: A V elrendezésű mintateres (n=20) vadkárbecslési módszer eredményei a számítógépes szimulációban



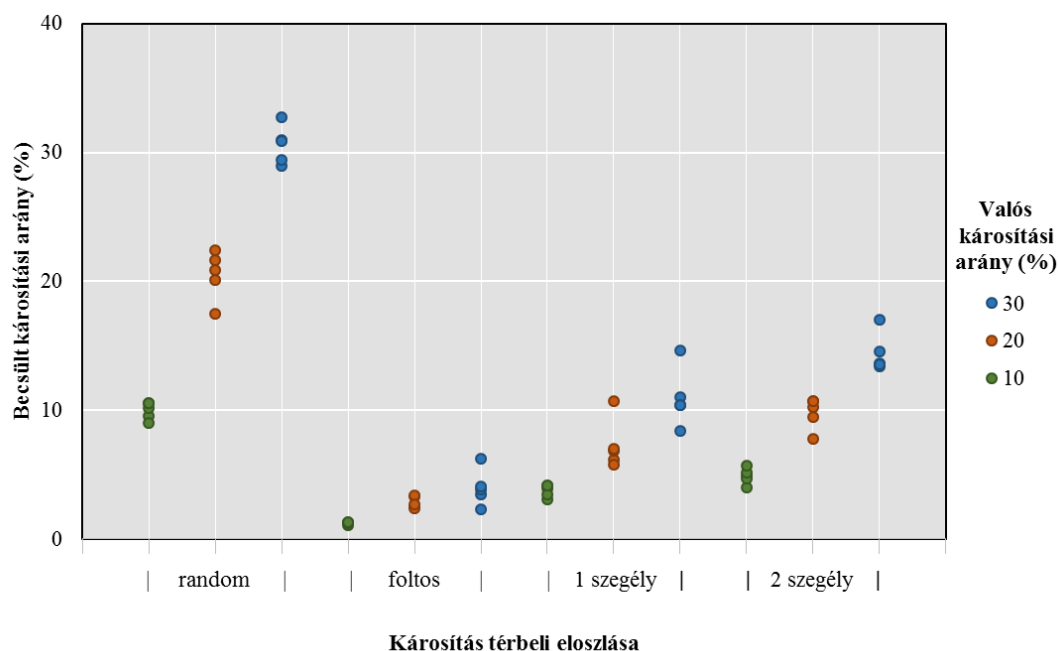
9. ábra: Az átlós elrendezésű mintateres (n=20) vadkárbecslési módszer eredményei a számítógépes szimulációban

A szisztematikus mintavételezésnél csak az 1 szegélyben sűrűsödő, 10 és 30%-os kár esetében fordult elő, hogy minden ismétlés eredménye egy – jelen esetben pozitív – irányban tért el a valós kártól. Ezen a két kukoricatábla-modellen tehát csak felülbecslések, míg a többi mintavételezésben alul- és felülbecslések egyaránt történtek (**10. ábra**).



10. ábra: A szisztematikus vadkárbecslési módszer eredményei a számítógépes szimulációban

A VAT módszer a véletlen eloszlású károsítás kivételével minden térbeli eloszlás minden károsítási arányánál jelentős alulbecsléshez vezetett. Random térbeli káreloszlás mellett mindhárom károsítási arány esetében egyaránt történtek alul- és felülbecslések (**11. ábra**).



11. ábra: A VAT ($r=6$; $n=30$) vadkárbecslési módszer eredményei a számítógépes szimulációban

A bemutatott becslési eredményeket károsítási arány és térbeli káreloszlás szerint csoportosítva a **9.1. Melléklet 6-12. ábrája** mutatja be.

4.2.2. Az egyes módszerek becslési eredményeinek jellemzői

Az egyes módszerek becslési eredményeit jellemző értékek a **2. táblázatban** szerepelnek. Mivel a torzítás (bias) és az 5 ismétlés átlaga (várható érték) együtt mozog, e két mutató alapján mindig ugyanaz a módszer mutatkozik a legjobbnak, ill. a legrosszabbnak.

Kár térbeli eloszlása		Random			Foltos			1 szegély			2 szegély		
Valós kár (%)		30	20	10	30	20	10	30	20	10	30	20	10
átlag (várható érték)	Mintateres V	29,74	19,85	10,03	33,99	16,94	6,64	32,62	20,86	11,18	26,92	18,02	8,31
	Mintateres átlós	28,53	19,54	10,16	30,50	15,63	5,17	32,82	21,36	10,62	28,75	19,16	8,60
	Szisztematikus	30,04	20,38	10,09	28,62	19,75	9,75	30,79	20,57	10,29	29,64	20,59	10,02
	VAT r=6	30,60	20,50	9,96	3,99	2,85	1,21	10,94	7,30	3,76	14,42	9,78	4,90
MSE	Mintateres V	2,06	1,63	0,54	21,94	9,66	11,73	23,26	8,53	3,19	10,51	4,53	3,35
	Mintateres átlós	3,37	1,84	0,57	1,58	20,72	23,57	22,97	10,14	2,26	1,81	0,77	2,25
	Szisztematikus	0,92	0,35	0,80	3,14	0,38	0,23	0,86	0,54	0,11	1,96	0,90	0,38
	VAT r=6	2,13	3,11	0,36	678,01	294,46	77,24	367,40	164,27	39,17	244,47	105,75	26,30
SE	Mintateres V	1,58	1,42	0,82	2,75	0,62	0,75	4,53	3,12	1,50	1,14	0,88	0,79
	Mintateres átlós	1,23	1,43	0,82	1,29	1,43	0,53	4,33	3,22	1,53	0,55	0,28	0,61
	Szisztematikus	1,07	0,50	1,00	1,24	0,63	0,46	0,54	0,52	0,18	1,51	0,83	0,69
	VAT r=6	1,46	1,76	0,60	26,04	17,16	8,79	19,17	12,82	6,26	15,64	10,28	5,13
torzítás (bias)	Mintateres V	-0,26	-0,15	0,03	3,99	-3,06	-3,36	2,62	0,86	1,18	-3,08	-1,98	-1,69
	Mintateres átlós	-1,47	-0,46	0,16	0,50	-4,37	-4,83	2,82	1,36	0,62	-1,25	-0,84	-1,40
	Szisztematikus	0,04	0,38	0,09	-1,38	-0,25	-0,25	0,79	0,57	0,29	-0,36	0,59	0,02
	VAT r=6	0,60	0,50	-0,04	-26,01	-17,15	-8,79	-19,06	-12,70	-6,24	-15,58	-10,22	-5,10

2. táblázat: Az egyes becslések jellemző értékei a számítógépes szimulációban (adott arányú és térbeli eloszlású károsítások esetén a legjobb becslést adó módszer értéke zölddel, a legrosszabb érték pirossal kiemelve)

A szisztematikus módszer adta a legjobb értékek legnagyobb hányadát minden mutató, így az átlag (75%), az MSE (66,7%), az SE (58,3%) és a torzítás (75%) esetében is. A legrosszabb értéket az MSE-t és az SE-t tekintve is 1-1 esetben (8,3%), a 10%-os, véletlen eloszlású kár mellett mutatta.

A VAT módszer a legrosszabb értékek legnagyobb hányadát (88,3%) adta az átlag, az MSE, az SE és a torzítás esetében egyaránt. A legjobb értéket az MSE és SE értékét tekintve is 1-1 alkalommal (8,3%), a 10%-os, véletlen eloszlású kár mellett mutatta.

A mintateres módszer V alakú mintatér-elrendezéssel az átlag, ill. a torzítás legjobb értékét 2-2 alkalommal (16,7%), az SE legjobb értékét pedig egyszer (8,3%), a 20%-os, foltos eloszlású kár mellett adta. Ez az elrendezés egyszer (8,3%), a 30%-os, random eloszlású kár mellett, adta az SE legrosszabb értékét. Átlós elrendezéssel az MSE, ill. az SE legjobb értékét 3-3 (16,7%), míg az átlag, ill. a torzítás legjobb értékét 1-1 (8,3%) alkalommal, a 30%-os, foltos eloszlású kár mellett adta. Ez az elrendezés az átlag, ill. a torzítás legrosszabb értékét 2-2

alkalommal (16,7%), az MSE legrosszabb értékét pedig egyszer (8,3%), a 30%-os, véletlen eloszlású kár mellett adta.

A módszerek torzítási irányát – annak mértékére való tekintet nélkül – a **3. táblázat** mutatja.

Kár térbeli eloszlása	Random			Foltos			1 szegély			2 szegély		
Valós kár (%)	30	20	10	30	20	10	30	20	10	30	20	10
Mintateres V	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓
Mintateres átlós	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓
Szisztematikus	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑
VAT r=6	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

3. táblázat: Az egyes módszerek becsléseinek torzítási iránya a számítógépes szimulációban

4.2.3. Az egyes módszerek becslési eredményeit befolyásoló tényezők

A kéttényezős varianciaelemzés alapján a mintateres módszernél a mintateres V alakú elrendezésével a becslés relatív hibáját a kár aránya ($F_2=8,6464$; $p<0,001$), térbeli eloszlása ($F_3=16,3108$; $p<0,001$) és a két tényező interakciója ($F_6=7,9600$; $p<0,001$) is szignifikánsan befolyásolta. A Tukey-teszt alapján a károsítási arány esetében a 10-30%, ill. a 20-30%-os párok közt, míg a térbeli eloszlásokat tekintve a random-1 szegélyben sűrűsödő, ill. a foltos-2 szegélyben sűrűsödő károsítás párosításai kivételével minden csoport közt volt szignifikáns ($p<0,05$) különbség.

A mintateres átlós elrendezésével a becslés relatív hibáját a kár aránya ($F_2=12,348$; $p<0,001$), térbeli eloszlása ($F_3=29,655$; $p<0,001$) és a két tényező interakciója ($F_6=9,604$; $p<0,001$) is szignifikánsan befolyásolta. A Tukey-teszt alapján a károsítási arány esetében a 10-20%, ill. a 10-30%-os párok közt, míg a térbeli eloszlásokat tekintve a random és a 2 szegélyben sűrűsödő károsítás párosítása kivételével minden csoport közt volt szignifikáns ($p<0,05$) különbség.

A szisztematikus becslés relatív hibáját a kár térbeli eloszlása befolyásolta ($F_3=3,6299$; $p=0,0193$), míg a károsítási arány és a két tényező interakciójának hatása nem. A Tukey-teszt alapján a térbeli eloszlásokat tekintve a foltos és az 1 szegélyben sűrűsödő károsítás csoportjai közt volt szignifikáns ($p<0,05$) különbség.

A VAT ($r=6$) becslés relatív hibáját a kár térbeli eloszlása befolyásolta ($F_3=538,6223$; $p<0,001$), míg a károsítási arány és a két tényező interakciójának hatása nem szignifikáns. A Tukey-teszt alapján a térbeli eloszlásokat tekintve a csoportok közt minden párosításban szignifikáns ($p<0,05$) különbség volt.

A módszereket befolyásoló tényezőket a **9.3. Melléklet 1. táblázata** foglalja össze.

5. Értékelés és következtetések

5.1. Az eredmények értékelése és következtetések

Bár a terepi vizsgálat és a számítógépes szimuláció eredményeit statisztikai módszerekkel több okból sem hasonlíthattam össze (csak a szimulációban végeztem ismétléseket, ill. a két vizsgálatban nem egyeztek meg a károsítási arányok, valamint a beállított térbeli eloszlások is többé-kevésbé különböztek), szöveges értékelésre szorítkozva néhány párhuzam mégis vonható köztük.

A terepi károsítási arányok a szimuláció 10%-os károsítását közelítették meg leginkább. A terepi szórt térbeli káreloszlás (A tábla) a szimulációs véletlenszerűhöz, a foltos (B tábla) a foltoshoz, a szegélyben sűrűsödő (C tábla) pedig az 1 szegélyben sűrűsödő kárképhez állt legközelebb.

Ezen három kukoricatábla-modellt a három mintatáblával összevetve látható, hogy a szimulációk ismétléseinek átlaga és a terepi becslések eredménye alapján a valós értékhez legközelebb álló becslést mindhárom táblán ugyanaz a módszer adta. Így a szórt/véletlenszerű eloszlású károsítást a V elrendezésű mintateres, míg a másik két térbeli eloszlású kárt a szisztematikus módszer becsülte a legkisebb hibával. A valós értéktől legtávolabb eső becslést a szórt/véletlenszerű eloszlás mellett terepen a VAT, míg a szimulációban az átlós elrendezésű mintateres módszer eredményezte. A másik két káreloszlás esetében a terepen és a szimulációban is a VAT módszer bizonyult a „leggyengébbnek”.

A torzítás iránya a foltos eloszlás esetében minden módszernél megegyezett. A szórt/random eloszlásnál csak a VAT torzított megegyező, míg a szegélyben sűrűsödő eloszlásnál csak a szisztematikus torzított eltérő irányba a terepen és a szimuláció során. Itt azonban meg kell említeni, hogy a torzítás mértéke igen alacsony volt.

Összességében megállapítható, hogy a terepi és szimulációs vizsgálatok alapvetően egybehangzó eredményeket adnak.

Csak a számítógépes szimulációk eredményeit jellemző mennyiségeket alapul véve a vizsgált módszerek közül a szisztematikus bizonyult a legjobbnak. A becslések pontosságát és torzítását jellemző mutatókat tekintve az esetek döntő részében ez a módszer adta a legjobb értékeket. Bár egy mutató legrosszabb értékeit csak a második legkevesebb esetben (2 db) adta a V elrendezésű mintateres módszer után (1 db), a mintateres becslés – mindkét térbeli elrendezéssel – a kár arányára, térbeli eloszlására és ezek interakciójára is érzékeny. Ezzel szemben a szisztematikus módszer becsléseit igazolhatóan csak a térbeli eloszlás befolyásolja. Az érzékenységet tekintve a VAT módszer becsléseire szintén csak a kár térbeli eloszlása van

igazolható hatással, azonban ennek a módszernek a legkisebb a pontossága és legnagyobb a torzítása.

Eredményeim alapján a VAT módszer csak véletlenszerű térbeli káreloszlás mellett ad elfogadható becslési eredményeket, azonban mivel a vadkár mintázata ettől legtöbbször eltér (Bleier és mtsai 2012), gyakorlati alkalmazását nem javaslom. Engeman és Sterner (2002) szintén kukoricában végzett vizsgálatában az azonos w és r értékkel dolgozó VAT módszer jóval kisebb relatív hibát (-5,5%) eredményezett a saját vizsgálatomnál, így a kár mintázata ott valószínűsíthetően véletlen eloszláshoz közelített. A terepi vizsgálat során szerzett tapasztalataim alapján a VAT felvételezés munkaidő csökkentésére több tanulmányban (Dobrowski és Murphy 2006, Engeman és Sugihara 1998) is említett alkalmassága is megkérdőjelezhető, mivel kivitelezését kifejezetten körülményesnek találtam. A munkát mérőszalag helyett egy megfelelő pontosságú és tudású GPS eszköz egyszerűsítésénél, ennek azonban a módszer vadkárbecslésre való alkalmatlansága miatt gyakorlati jelentősége nincs.

A mintateres és szisztematikus módszerek közül előbbinek jelentősen kevesebb a munkaigénye (emiatt a gyakorlatban is széles körben elterjedt), azonban utóbbi ad jobb eredményeket. Ezáltal nehéz eldönteni, hogy melyik módszer ajánlható inkább a gyakorlat számára, ugyanis felmerül a kérdés, hogy mit tekintünk elfogadható munkabefektetésnek, ill. elfogadható pontosságnak. A kukorica magas felvásárlási ára miatt már akár néhány%-os pozitív vagy negatív torzítás is nagy változást eredményezhet a vadászatra jogosult által térítendő pénzösszegben. Az érem másik oldalát jelenti, hogy a kellően pontos mintavételezést nem feltétlenül éri meg kivitelezni, annak magas kárbecslői munkadíja miatt. E kérdéseket gyakorló növénytermesztők és vadgazdák véleményét kikérve, az említett költségeket számszerűen elemezve lehetne eldönteni.

5.2. Javaslatok a kutatás folytatására

Az egyes módszerek konzisztenciája – vagyis a mintaelemszám csökkentésének a becslést jellemző értékekre gyakorolt hatása – a bemutatott vizsgálat során gyűjtött adatok további feldolgozásával elemezhető. Ez már folyamatban van, azonban a jelen dolgozat terjedelmét meghaladta volna. Így az is tanulmányozható, hogy a szisztematikus módszer mintapont-sűrűségét lehet-e úgy csökkenteni, hogy a vadkárbecslés ne követeljen aránytalan mértékű emberi munkabefektetést, viszont pontossága kellően nagy, torzítása pedig kellően kicsi maradjon.

A továbbiakban fontosnak tartom az ún. rétegzett vadkárbecslési módszerek kidolgozási és alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát. Ennek során a modern műszaki eszközök felhasználása, ill. szükség szerint azok fejlesztése kiemelt célként jelenik meg.

Hosszabb távon a – már rendelkezésre álló és esetlegesen a munka során kifejlesztett – vadkárbecslési módszerek olyan mélységű vizsgálatát tervezem, amely lehetőséget biztosítana egy olyan módszerkészlet összeállítására, amelyből a lehető legtöbb körülményt (pl. a tábla alakja, a kár térbeli eloszlása, a környező felszínborítás, ill. földhasználat) figyelembe véve mindig kiválasztható az adott esetben várhatóan legjobb eredményt adó becslési módszer.

6. Összefoglalás

A mezőgazdaságban jelentkező vadkár kérdésköre a jelenlegi magyar vadgazdálkodási rendszer egyik sarkalatos pontja. Az egyes kárbecslési módszerek megbízhatósága kevésbé vizsgált, a közülük való választás (jogsabályi előírás hiányában) általában a vadkárt becslő szakértő szubjektív döntésen alapszik. Az alkalmazott becslési módszerek összehasonlítása a vadkárbecslési gyakorlat számára olyan eredményekkel szolgálhat, amik jelentős mértékben erősítik a kárbecslési eljárás tudományos megalapozottságát, ezáltal segítik a kártérítési folyamat résztvevői – a vadászatra jogosult és a termelő – által egyaránt elfogadott eljárások lefolytatását.

Dolgozatomban a kukoricában (*Zea mays*) – mint a vadkárral egyik leginkább érintett szántóföldi kultúrnövényben – alkalmazott kárfelvételi módszereket hasonlítottam össze. Munkám során a V alakú és átlós elrendezéssel dolgozó mintateres, a szisztematikus („gödöllői”) és az ún. variable area transect (VAT) mintavételezési módszereket elemeztem.

Vizsgálataimmal a következő kérdésekre kerestem választ: (1) Milyen az egyes becslési módszerek pontossága és torzítása? (2) Hogyan befolyásolja a károsítási arány, a kár térbeli eloszlása, valamint ezek kölcsönhatása az egyes kárfelvételezési módszerek hatékonyságát? (3) Van-e különbség az egyes módszerekkel kapott eredmények között?

A terepi vizsgálatban 3 db – 1,53; 1,97; ill. 3,27 ha területű – mintaterületen jelölőfestékkel és zsinórral körbekerítve jelöltem ki a károsítottként számba vett növényeket, különböző térbeli mintázat szerint. Így a teljes táblát lefedő szórt, néhány nagyobb foltban összpontosuló, ill. a szegélyben sűrűsödő térbeli eloszlást és 8,39; 9,32; ill. 5,77%-os károsítási arányt állítottam be. Mindhárom esetben minden módszerrel felvételezésre került az ily módon szimulált kár.

A becslési módszereket számítógépes szimulációkkal is teszteltem. Térinformatikai módszerekkel 1 ha területű kukoricatáblákon véletlenszerű; foltos; ill. 1 és 2 szegélyben sűrűsödő eloszlással és 10, 20 és 30%-os károsítási aránnyal dolgoztam és minden kukoricatábla modellen minden módszerrel 5-5 ismétlést hajtottam végre.

Az egyes módszerek pontosságát az átlagos négyzetes eltéréssel (MSE), a becslés véletlen hibáját a standard hibával (SE), a tendenciózus hibát pedig a torzítással (bias) mértem. A károsítási arány, a kár térbeli eloszlása, valamint ezek kölcsönhatása által az egyes kárfelvételezési módszerek relatív hibájára (PRB) gyakorolt hatást kéttényezős variancia-analízissel (ANOVA) elemeztem. A csoportok páronkénti összehasonlítását Tukey post-hoc teszttel végeztem.

Eredményeim szerint a terepi vizsgálatban a tényleges károsítási arányt a szórt károsítással jelölt táblán a V alakú elrendezéssel dolgozó mintateres, míg a foltos és a szegélyben sűrűsödő káreloszlásnál a szisztematikus módszer eredménye közelítette meg leginkább. A valós kártól legnagyobb (-44,86% és -93,08% közötti) mértékben eltérő becslést mindhárom táblán a VAT módszer adta.

A számítógépes szimulációk eredményeit jellemző mennyiségek alapján a vizsgált módszerek közül a szisztematikus bizonyult a legjobbnak, mivel az összes mutatót tekintve ez adta a legtöbb esetben a legjobb értékeket. A legrosszabb értékeket ugyan csak a második legkevesebb esetben adta a V elrendezésű mintateres módszer után, a mintateres becslés – mindkét térbeli elrendezéssel – a kár arányára, térbeli eloszlására és ezek interakciójára is érzékeny, ezzel szemben a szisztematikus módszer becsléseit igazolhatóan csak a térbeli eloszlás befolyásolja. Az érzékenységet tekintve a VAT módszer becsléseire szintén csak a kár térbeli eloszlása van igazolható hatással, de ennek a módszernek a legkisebb a pontossága és legnagyobb a torzítása.

Eredményeim alapján a VAT módszer csak véletlenszerű térbeli káreloszlás mellett ad elfogadható becslési eredményeket, azonban mivel a vadkár mintázata ettől legtöbbször eltér, így gyakorlati alkalmazását nem javaslom.

A mintateres és szisztematikus módszerek közül előbbinek jelentősen kevesebb a munkaigénye, azonban utóbbi ad jobb eredményeket. Annak eldöntésére, hogy ez alapján melyik módszer ajánlható inkább a gyakorlat számára, gyakorló növénytermesztők és vadgazdák véleményének kikérését javaslom, ugyanis felmerül a kérdés, hogy – a kártérítés összegét és a vadkárbecslés költségeit szem előtt tartva – mit tekintünk elfogadható munkabefektetésnek, ill. elfogadható pontosságnak és torzításnak.

Dolgozatom zárásaként javaslatokat tettem az egyes módszerek konzisztenciájának vizsgálatára, új – rétegzett – vadkárbecslési módszerek kidolgozására és – hosszabb távon – a vadkárbecslési módszerek olyan mélységű vizsgálatára, amely lehetőséget biztosítana egy olyan módszerkészlet összeállítására, amelyből a lehető legtöbb körülményt (pl. a tábla alakja, a kár térbeli eloszlása, a környező felszínborítás, ill. földhasználat) figyelembe véve mindig kiválasztható az adott esetben várhatóan legjobb eredményt adó becslési módszer.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Bleier Norbertnek és Schally Gergelynek, a Vadvilág Megőrzési Intézet egyetemi tanársegédeknek, hogy vállalták a dolgozatom elkészítését segítő témavezetői feladatok ellátását, a szakirodalmi gyűjtemény összeállításában és a terepi munkában való közreműködésüket, értékes tanácsaikat, valamint a választott témában, ill. a térinformatikai és statisztikai módszerek alkalmazásában szerzett tapasztalataik átadását.

Szintén hálás köszönettel tartozom Tóth Bálint PhD hallgatónak és Bárdy Nóra mezőgazdasági mérnök hallgatónak a terepi munkák és a számítógépes szimulációk végrehajtása során nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért, amely hiányában a vizsgálat nem jöhetett volna létre.

Köszönet illeti továbbá Dr. Pajor Ferencet, a Szent István Egyetem Állattenyésztés-tudományi Intézetének egyetemi docensét, amiért hozzájárult a SZIE-GAK Nonprofit Közhasznú Kft. Állattenyésztési Tanüzemének kezelésében lévő kukorica mintatáblákon végzett munka elvégzéséhez.

8. Felhasznált irodalom

- 1996. évi LV. törvény a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadásatról
- 2004. évi CXL. törvény a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól
- 79/2004. (V. 4.) FVM rendelet a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadásatról szóló 1996. évi LV. törvény végrehajtásának szabályairól
- Balázs I. (2011): Ki becsülhet vadkárt? Magyar Vadászlap 20(7): 428.
- Berdár, B. és Mátrai, G. (1978): Az 1977. év vadgazdálkodása. Nimród Fórum, 1978. október: 1-3.
- Biró Zs., Bleier N., Heltai M., Lanszki J. (2010): A borz táplálékválasztása mezőgazdasági élőhelyen. pp. 177-185. In: Csányi S., Heltai M. (szerk.): Vadbiológiai olvasókönyv. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bleier N., Szemethy L. (2003): A mezőgazdasági vadkár összefüggésrendszerének vizsgálata. Vadbiológia 10: 36–41.
- Bleier N., Hámosi K., Kotán A., Márkus M., Terhes A., Szemethy L. (2006): A mezőgazdasági vadkár tér- és időbeli alakulása nagyvadas élőhelyeken. Vadbiológia 12: 21-28.
- Bleier N., Baranyi Sz., Matos J.M., Szemethy L. (2010): A gímszarvas és a vaddisznó területhasználat-intenzitása és a mezőgazdasági vadkár közötti kapcsolat. Vadbiológia 14: 13-18.
- Bleier N., Lehoczki R., Újváry D., Szemethy L., Csányi S. (2012): Relationships between wild ungulates density and crop damage in Hungary. Acta Theriologica 57: 351-359.
- Bleier N. (2014): A mezőgazdasági vadkár ökológiai és ökonómiai összefüggései. Doktori (PhD) értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő, 124 pp.
- Bulte, E. H., Rondeau, D. (2005): Why compensating wildlife damages may be bad for conservation. Journal of Wildlife Management 69(1): 14–19.
- Buzgó J. (2006): A szarvasfélék túlszaporodásából eredő problémák áttekintő vizsgálata és a megoldás lehetőségei. Doktori (PhD) értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 147 pp.

- Cai, J., Jiang, Z., Zeng, Y., Li, C., Bravery, B. D. (2008): Factors affecting crop damage by wild boar and methods of mitigation in a giant panda reserve. *European Journal of Wildlife Research* 54: 723–728.
- Cassini, H. M. (1994): Behavioral mechanisms of selection of diet component and their ecological implications in herbivorous mammals. *Journal of Mammalogy* 75(3): 733-740.
- Conover, M. (2002): *Resolving Human – Wildlife Conflicts*. Lewis Publishers, Boca Raton, 406 pp.
- Cottam, M. (1947): A point method for making rapid surveys of woodlands. *Bulletin of the Ecological Society of America* 28: 60. (idézi Cottam és Curtis 1956)
- Cottam, M., Curtis, J. T. (1956): The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37 (3): 541-460.
- Csányi S. (2004): Miért és hol kell csökkenteni a gímszarvas és a vaddisznó létszámát? *A Vadgazda*, III. évf. 7.: 26-31.
- Csányi S. (2007): *Vadbiológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 135 pp.
- Csányi, S., Sonkoly, K., Lehoczki, R. (szerk.) (2012): *Vadgazdálkodási Adattár - 2011/2012. vadászati év*. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő, 52 pp.
- Csányi, S., Tóth, K., Schally, G. (szerk.) (2013): *Vadgazdálkodási Adattár - 2012/2013. vadászati év*. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő, 52 pp.
- Csányi S., Tóth K., Kovács I., Schally G. (szerk.) (2014): *Vadgazdálkodási Adattár - 2013/2014. vadászati év*. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő, 48pp.
- De Grazio, J. W., Besser, J. F., Guarino, J. L., Loveless, C. M., Oldemeyer, J. L. (1969): A Method for Appraising Blackbird Damage to Corn. *Journal of Wildlife Management* 33(4) 988-994.
- DeVault, T. L., Beasley, J. C., Humberg, L. A., MacGowan, B. J., Retamosa, M. I., Rhodes Jr., O. E. (2007): Intrafield patterns of wildlife damage to corn and soybeans in northern Indiana. *Human-Wildlife Conflicts* 1(2): 205–213.
- Diggle, P. J. (1975): Robust density estimation using distance methods. *Biometrika* 62 (1): 39-48.

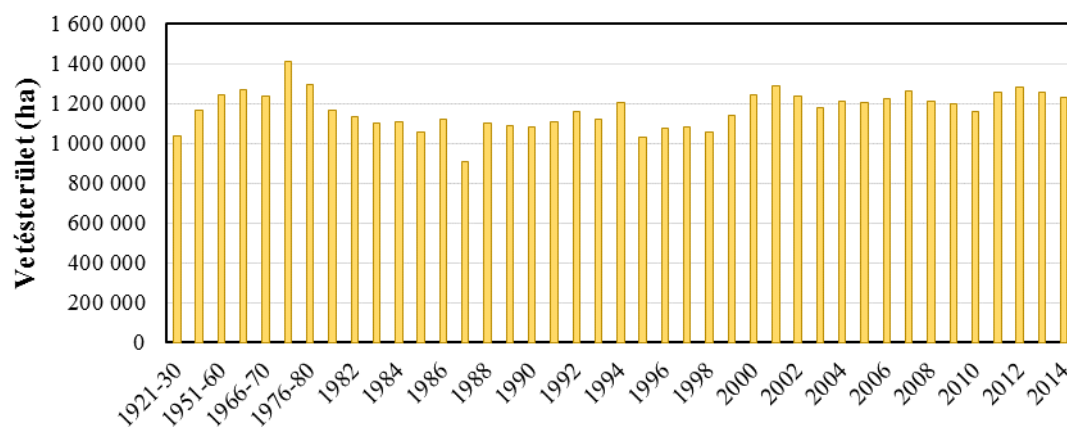
- Dobrowski, S. Z., Murphy, S. K. (2006): A practical look at the variable area transect. *Ecology* 87(7): 1856-1860.
- Engeman, R. M., Sugihara, R. T., Pank, L. F., Dusenberry, W. E. (1994): A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology* 79(4): 1425-1434.
- Engeman, R. M., Sugihara, R. T., (1998): A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology* 75(6): 1769-1779.
- Engeman, R. M., Sterner, R. T., (2002): A comparison of potential labor-saving sampling methods for assessing large mammal damage in corn. *Crop Protection* 21: 101-105.
- Engeman, R. M., Maedke, B. K., Beckerman, S. F. (2002): Estimating deer damage losses in cabbage. *International Biodeterioration & Biodegradation* 49: 205-207.
- Engeman, R. M., Nielson, R. M., Sugihara, R. T., (2005): Evaluation of optimized variable area transect sampling using totally enumerated field data sets. *Environmetrics* 16: 767-772.
- Herrero, J., García-Serrano, A., Couto, S., Ortuño, V. M., García-González, R. (2006): Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research* 52: 245–250.
- Hofman-Kamińska, E., Kowalczyk, R. (2012): Farm Crops Depredation by European Bison (*Bison bonasus*) in the Vicinity of Forest Habitats in Northeastern Poland. *Environmental Management* 50: 530–54.
- Klátyik J. (2003): Nemzeti kincsünk a vad... Vadkárók, vadászati és vadban okozott károk. Inga-V GSZI Kiadó, Pécs, 255 pp.
- Koplányi D. (2012): A kukorica egyes vadkárbecslési módszereinek összehasonlító értékelése. Diplomadolgozat. Szent István Egyetem, Vadvilág Megőrzési Intézet, Gödöllő, 38 pp.
- Lanszki J. (2002): Magyarországon élő ragadozó emlősök táplálkozás-ökológiája. *Natura Somogyiensis* 4. kötet, Somogy megyei Múzeumok Igazgatósága, Kaposvár, 177 pp.
- Mátrai G., Járasi J. (1986): Az 1985. év vadgazdálkodása és a 1986. év feladatai. *Nimród Fórum*, 106. évf. 8: 1-7.

- Morisita, M. (1957): A new method for the estimation of density by the spacing method applicable to non-randomly distributed populations. (In Japanese; available as Forest Service translation Number 11116, USDA Forest Service, Washington, D.C., USA.) *Physiology and Ecology* 7: 134-144.
- Nath, C. D., Péliissier, R., Garcia, C. (2010): Comparative efficiency and accuracy of variable area transects versus square plots for sampling tree diversity and density. *Agroforestry Systems* 79: 223-236.
- Naughton-Treves, L. (1998): Predicting Patterns of Crop Damage by Wildlife around Kibale National Park, Uganda. *Conservation Biology* 12(1): 156-168.
- Parker, K. R. (1979): Density estimation by variable area transect. *Journal of Wildlife Management* 43(2): 484-492.
- Poole, D. W., McKillop, I. G., Western, G., Hancocks, P. J., Packer, J. J. (2002): Effectiveness of an electric fence to reduce badger (*Meles meles*) damage to field crops. *Crop Protection* 21: 409-417.
- Prokešová, J. (2004): Red deer in the floodplain forest: the browse specialist? *Folia Zoologica* 53(3): 293-302.
- Putman, R. (2011): A review of the various legal and administrative systems governing management of large herbivores in Europe. pp. 54-79. In: Putman, R., Apollonio, M., Andersen, R. (szerk.), *Ungulate Management in Europe: Problems and Practices*. Cambridge University Press, UK.
- Radics L. (2003): Szántóföldi növénytermesztés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 259 pp.
- Reiczigel J., Harnos A., Solymosi N. (2010): Biostatisztika. Pars Kft., Nagykovács, 462 pp.
- Reimoser, F., Armstrong, H., Suchant, R. (1999): Measuring forest damage of ungulates: what should be considered. *Forest Ecology and Management* 120: 47-58.
- Reimoser, F., Putman, R. (2011): Impacts of wild ungulates on vegetation: costs and benefits. pp. 144-191. In: Putman, R., Apollonio, M., Andersen, R. (szerk.): *Ungulate Management in Europe: Problems and Practices*. Cambridge University Press, UK.

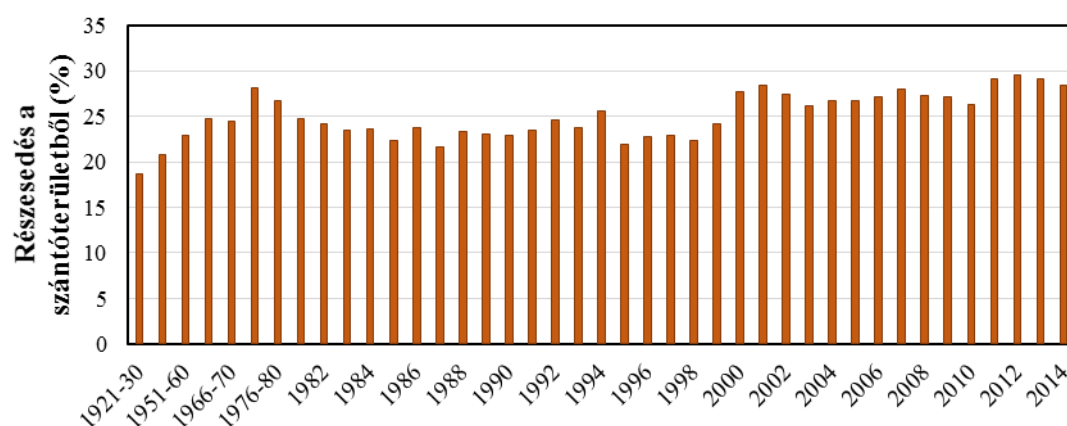
- Rékási J. (1980): Adatok a balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) táplálkozásbiológiájához. *Állattani közlemények* 67: 99-108.
- Rékasi, J., Sterbetz, I. (1991): Ungarische und rumänische Angaben zur Ernährung wilder Tauben- und Turteltauben-Arten. *Miscellanea Zoologica Hungarica* 6: 67-75.
- Rigg, R., Adamec, M. (2007): Status, ecology and management of the brown bear (*Ursus arctos*) in Slovakia. Slovak Wildlife Society, Liptovský Hrádok, Slovakia, 128 pp.
- Schultz, A. M., Gibbens, R. P., DeBano, L. (1961): Artificial populations for teaching and testing range techniques. *Journal of Range Management* 14(5): 236-242.
- Simon B. (szerk.) (1974): A termésbecslés módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 380 pp.
- Sterbetz I. (1973): Madártáplálkozási adatok a Balaton vidékéről. Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 12: 575–578.
- Thurfjell, H., Ball, J. P., Åhlén, P.-A., Kornacher, P., Dettki, H., Sjöberg, K. (2009): Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. *European Journal of Wildlife Research* 55: 517–523.
- Varga V. (2010): Kukoricában keletkező vadkárok összehasonlító értékelése. Diplomadolgozat. Szent István Egyetem, Vadvilág Megőrzési Intézet, Gödöllő, 29 pp.
- Varga Z., Kása R. (2011): Vadkár. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 184 pp.
- Völgyi L. (2002): Mezőgazdasági vadkárbecslés és kárérték számítás. pp. 79-116. In: Kőhalmy T., Mészáros K., Völgyi L.: A vad által és a vadban okozott károk, valamint a vadászati kár. Egyetemi jegyzet. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- Wisconsin Department of Natural Resources (1998): Wildlife Damage Abatement and Claims Program Technical Manual. Vol 2. Field Handbook. Wisconsin Department of Natural Resources, Madison. WI, 153 pp.
- http1: <http://www.ova.info.hu/>
- http2: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/005p0000000p000000>

9. Melléklet

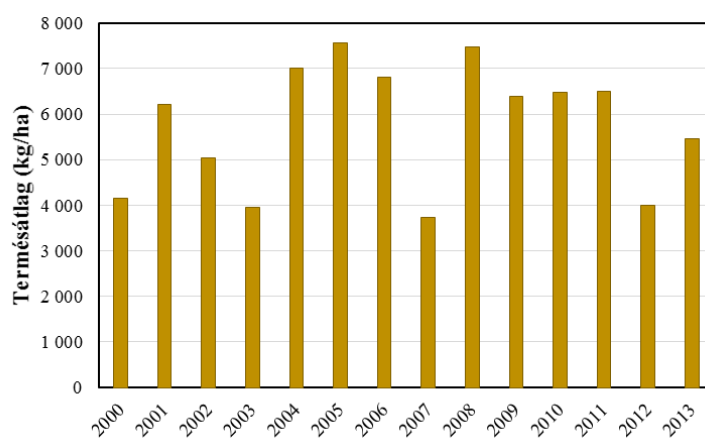
9.1. Ábrák



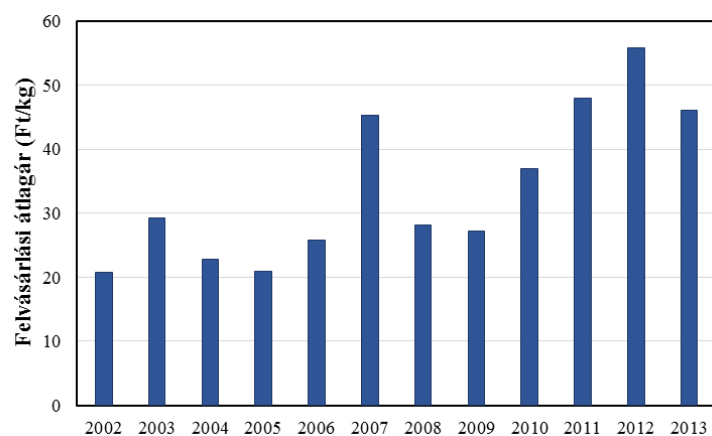
1. ábra: A kukorica vetésterületének alakulása Magyarországon 1921 és 2014 között a KSH adatai alapján



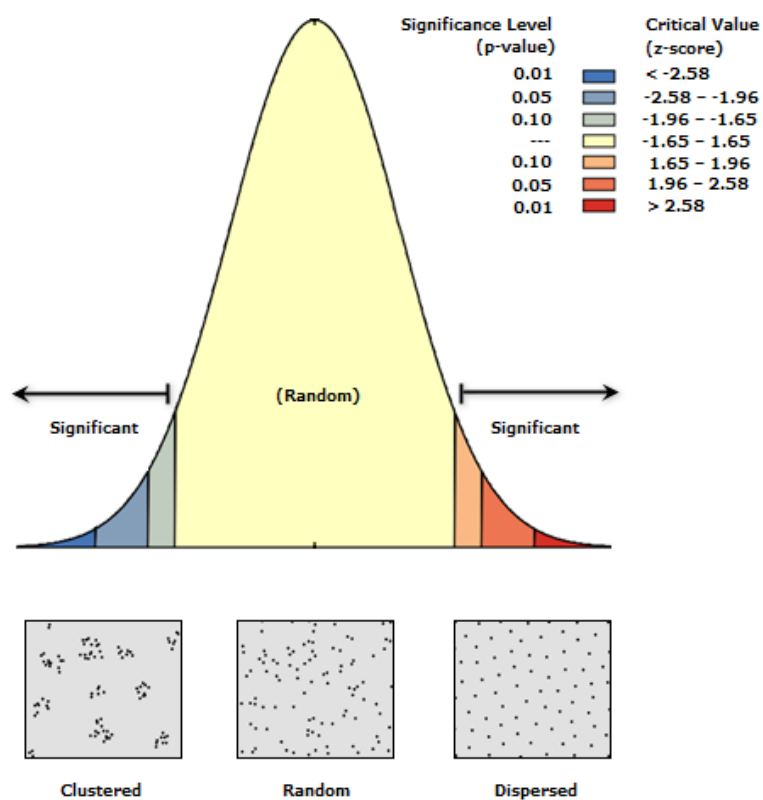
2. ábra: A kukorica vetésterületének részesedése a teljes szántóterületből Magyarországon 1921 és 2014 között a KSH adatai alapján



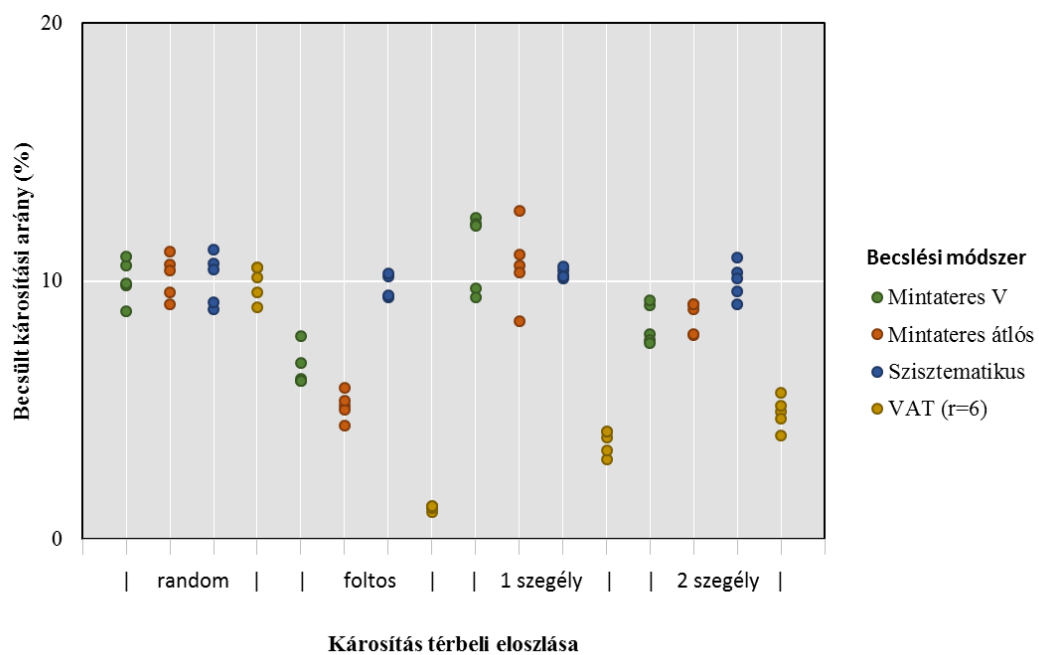
3. ábra: A kukorica termésátlaga Magyarországon 2000 és 2013 között a KSH adatai alapján



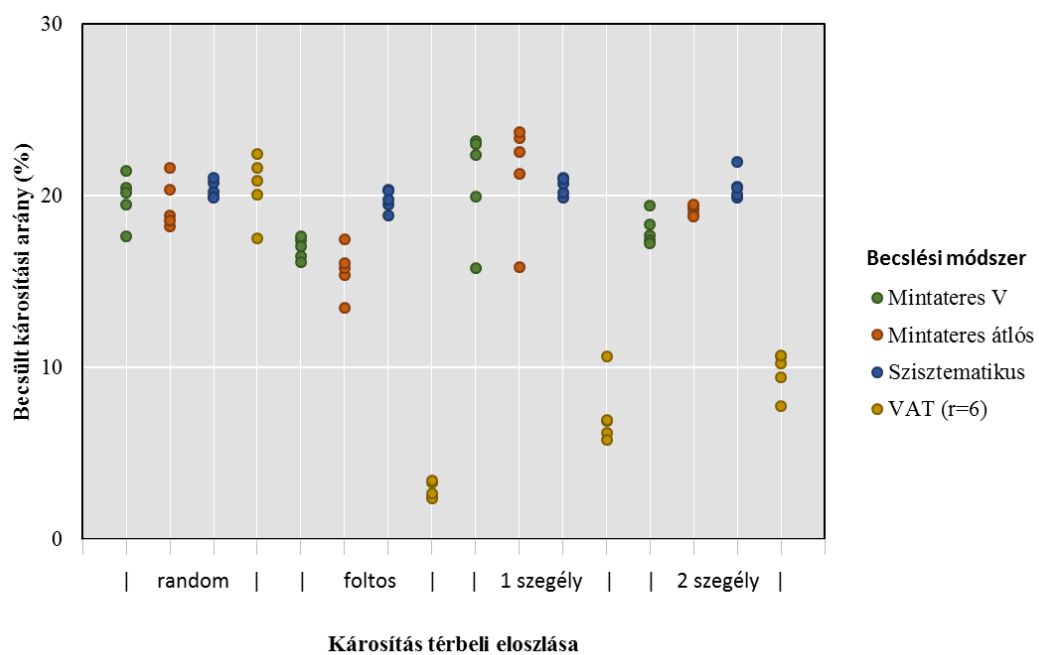
4. ábra: A morzsolt kukorica felvásárlási átlagára Magyarországon 2002 és 2013 között a KSH adatai alapján



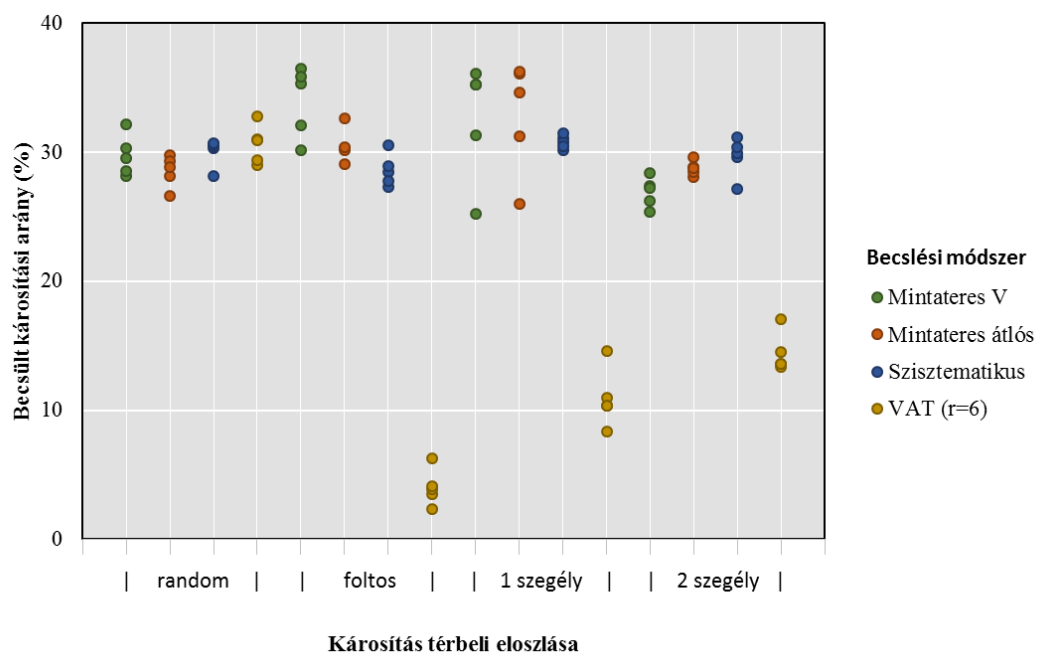
5. ábra: Az Average Nearest Neighbor elemzés eredményeinek értelmezése



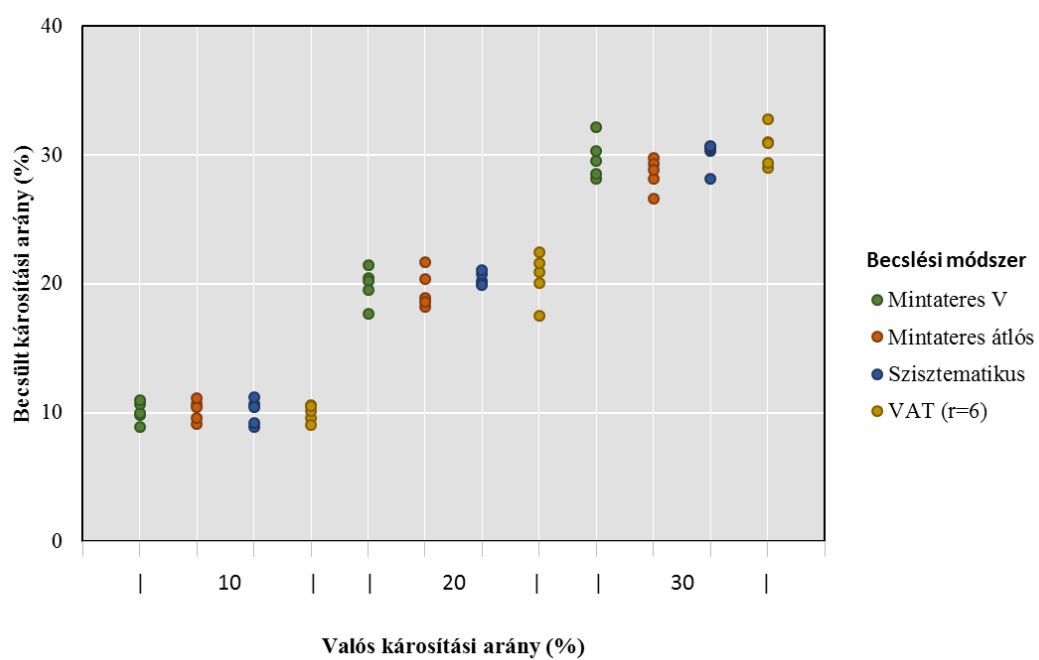
6. ábra: A 10%-os valós károsítási arány melletti becslések eredményei a számítógépes szimulációban



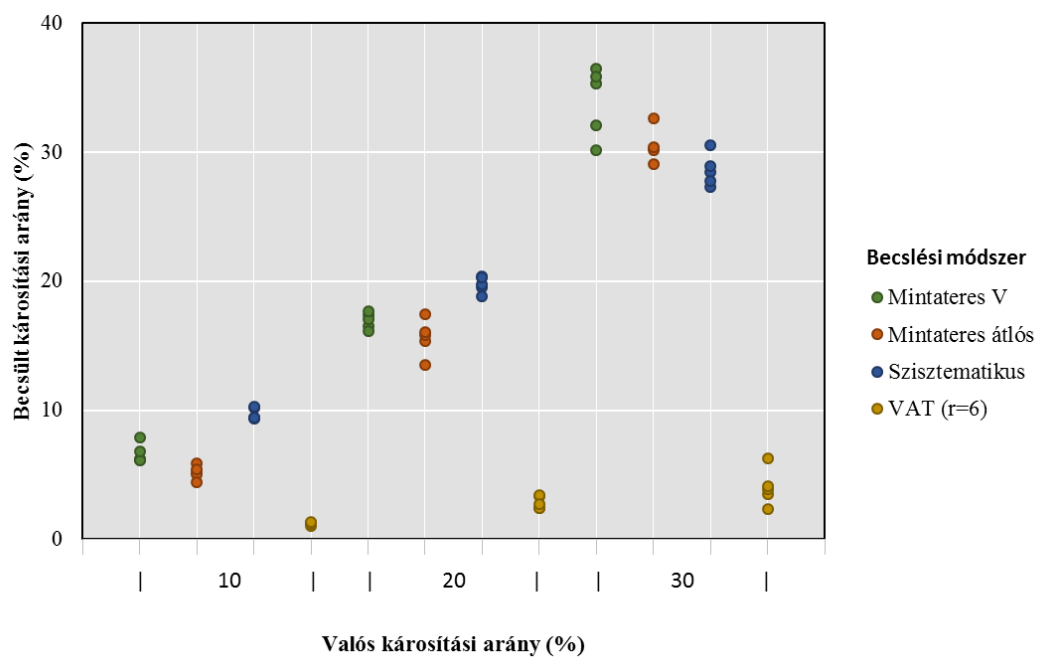
7. ábra: A 20%-os valós károsítási arány melletti becslések eredményei a számítógépes szimulációban



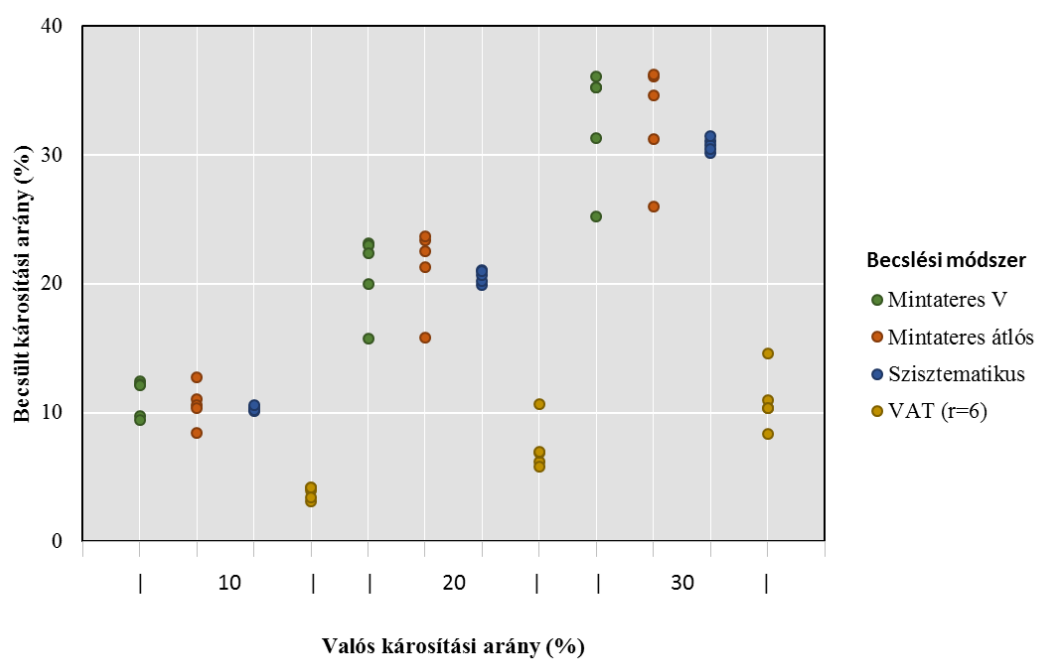
8. ábra: A 30%-os valós károsítási arány melletti becslések eredményei a számítógépes szimulációban



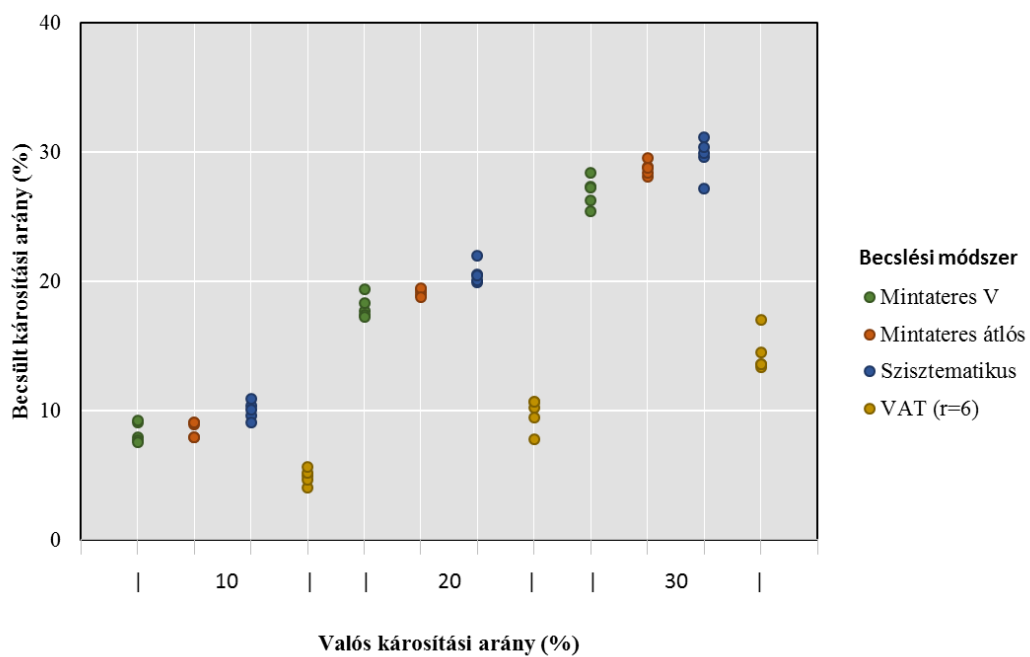
9. ábra: A random térbeli káreloszlás melletti becslések eredményei a számítógépes szimulációban



10. ábra: A foltos térbeli káreloszlás melletti becslések eredményei a számítógépes szimulációban

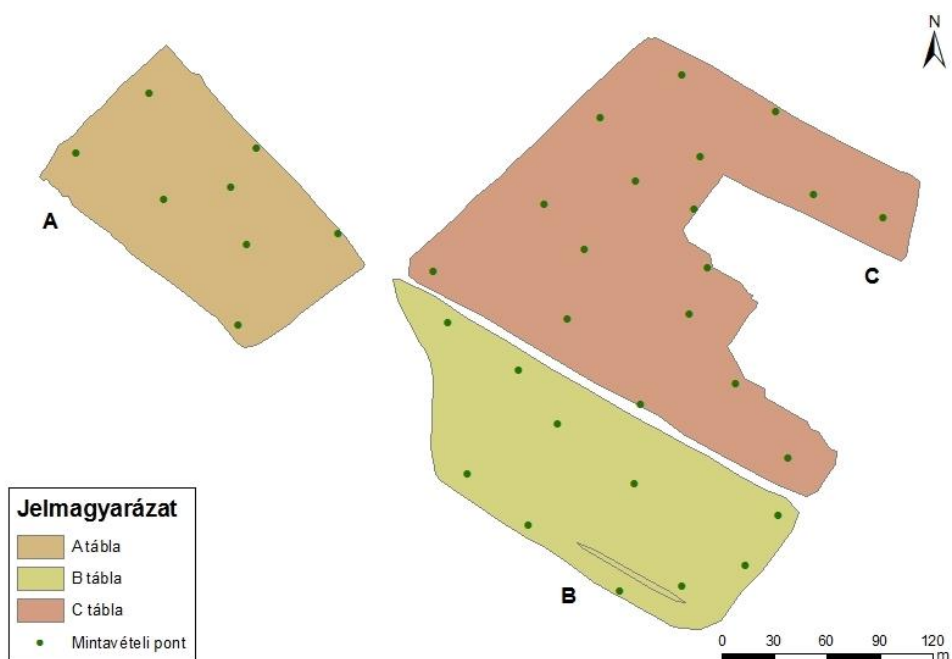


11. ábra: Az 1 szegélyben sűrűsödő térbeli káreloszlás melletti becslések eredményei a számítógépes szimulációban



12. ábra: A 2 szegélyben sűrűsödő térbeli káreloszlás melletti becslések eredményei a számítógépes szimulációban

9.2. Térképek



1. térkép: A sorközfelmérés mintavételi pontjai a terepi vizsgálatban

9.3. Táblázatok

	Károsítási arány	Térbeli eloszlás	Kárárány-Eloszlás interakció
Mintateres V	X	X	X
Mintateres átlós	X	X	X
Szisztematikus		X	
VAT (r=6)		X	

1. táblázat: Az egyes módszerek relatív hibáját szignifikánsan befolyásoló tényezők a számítógépes szimulációban

9.4. Jegyzőkönyvek

Jegyzőkönyv mezőgazdasági vadkár becsléséhez - mintateres kárfelvétel

Felvételező:

Dátum:

Kultúrnövény: kukorica

Hely:

Pont	Összes növ. (db)	Károsított növ. (db)	Megjegyzés
0			
1			
2			

1. jegyzőkönyv: Jegyzőkönyvminta a mezőgazdasági vadkár mintateres becsléséhez

Jegyzőkönyv mezőgazdasági vadkár becsléséhez - szisztematikus kárfelvétel

Felvételező:

Dátum:

Kultúrnövény: kukorica

Hely:

	Összes növ. (db)	Károsított növ. (db)	Útpont	Megjegyzés
1				
2				
3				

2. jegyzőkönyv: Jegyzőkönyvminta a mezőgazdasági vadkár mintateres becsléséhez

Jegyzőkönyv mezőgazdasági vadkár becsléséhez - VAT kárfelvétel

Felvételező:

Dátum:

Kultúrnövény: kukorica

Tábla:

Pont	Irány	Kezdőponttól mért távolság (m)	Megjegyzés
		r=6	
0			
1			
2			

3. jegyzőkönyv: Jegyzőkönyvminta a mezőgazdasági vadkár mintateres becsléséhez

10. Nyilatkozat

Alulírott Kovács Imre, a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Vadgazda mérnök szak levelező tagozatának hallgatója nyilatkozom, hogy a Tudományos Diákköri dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy dolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön a Kar / Intézet / Szak honlapjára. A digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen az intézet dolgozói és hallgatói számára a jövőbeni munkához és a szakdolgozat/diplomadolgozat készítéshez a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen/nem.

Gödöllő, 2014.hó.....nap

.....
hallgató aláírása

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmak korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen/nem.

Gödöllő, 2014.hó.....nap

.....
témavezető aláírása

.....
témavezető aláírása