



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM  
ÁLLATBIOTECHNOLÓGIAI ÉS ÁLLATTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

MEZŐGAZDASÁGI VADKÁRBECSLÉSI MÓDSZEREK  
ÉRTÉKELÉSE ÉS FEJLESZTÉSE

Kovács Imre

Gödöllő  
2022

A doktori iskola

**megnevezése:** Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Állattenyésztési tudományok

**vezetője:** Prof. Dr. Mézes Miklós

egyetemi tanár, az MTA rendes tagja

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet

Takarmánybiztonsági Tanszék

**Témavezető:** Prof. Dr. Csányi Sándor

egyetemi tanár, tanszékvezető

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet, Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék

**Társ-témavezető:** Dr. Bleier Norbert

tájégségi fővadász

Agrárminisztérium, Vadgazdálkodási Főosztály

Gemenci vadgazdálkodási tájégség

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezető jóváhagyása

.....  
A társ-témavezető jóváhagyása

## Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés és célok ismertetése .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Irodalmi áttekintés .....</b>	<b>9</b>
2.1. <i>A mezőgazdasági vadkár megítélése Magyarországon.....</i>	<i>9</i>
2.2. <i>A mezőgazdasági vadkártérítési eljárás jogi szabályozása Magyarországon.....</i>	<i>13</i>
2.3. <i>A mezőgazdasági vadkár megjelenése és kezelése - nemzetközi kitekintés.....</i>	<i>15</i>
2.4. <i>A mezőgazdasági vadkár térbeli eloszlása.....</i>	<i>19</i>
2.5. <i>A mezőgazdasági vadkárbecslés módszerei.....</i>	<i>26</i>
2.5.1. <i>A térítendő vadkár mértékének megállapítása – statisztikai alapok.....</i>	<i>26</i>
2.5.2. <i>A térítendő vadkár mértékének megállapítása – gazdálkodói tapasztalatok.....</i>	<i>28</i>
2.5.3. <i>A mintateres vagy kvadrátos mintavételezési módszer.....</i>	<i>30</i>
2.5.4. <i>A pontrácsos mintavételezési módszer.....</i>	<i>35</i>
2.5.5. <i>A variable area transect (VAT) mintavételezési módszer.....</i>	<i>36</i>
2.5.6. <i>A párhuzamos transzekt mintavételezési módszer.....</i>	<i>38</i>
2.5.7. <i>A légi felvételekre alapozott vadkárbecslés.....</i>	<i>39</i>
2.6. <i>A vizsgált szántóföldi kultúrák jelentősége .....</i>	<i>44</i>
<b>3. Anyag és módszer .....</b>	<b>47</b>
3.1. <i>Terepi vizsgálatok .....</i>	<i>47</i>
3.1.1. <i>Pilot vizsgálat .....</i>	<i>47</i>
3.1.2. <i>A mintavételezés időráfordításának vizsgálata.....</i>	<i>50</i>
3.1.3. <i>Túraskár becslése pilóta nélküli légi járművel.....</i>	<i>52</i>
3.2. <i>Térinformatikai szimulációk kukoricában.....</i>	<i>56</i>
3.2.1. <i>A VAT mintavételezés vizsgálata térinformatikai szimulációval .....</i>	<i>56</i>
3.2.2. <i>A szimulált növényállományok és a károsítás beállításai a komplex vizsgálatban .....</i>	<i>58</i>
3.2.3. <i>A vizsgált vadkárbecslési módszerek és a mintavételezés végrehajtása.....</i>	<i>61</i>
3.2.4. <i>Statisztikai elemzés .....</i>	<i>64</i>
3.2.5. <i>A költséghatékonyság elemzése .....</i>	<i>67</i>
3.3. <i>Térinformatikai szimulációk őszi búzában.....</i>	<i>69</i>
3.3.1. <i>A szimulált növényállomány és a károsítás beállításai .....</i>	<i>69</i>

3.3.2. A vizsgált vadkárbecslési módszerek és a mintavételezés végrehajtása .....	70
3.3.3. Statisztikai elemzés .....	72
3.3.4. A költséghatékonyság elemzése .....	73
<b>4. Eredmények.....</b>	<b>74</b>
4.1. A terepi vizsgálatok eredményei.....	74
4.1.1. A pilot vizsgálat eredményei.....	74
4.1.2. A mintavételezés időszükséglete.....	75
4.1.3. A pilóta nélküli légi járművel végzett túráskár-becslés eredményei.....	77
4.2. A térinformatikai szimulációk eredményei .....	81
4.2.1. A VAT módszer becslési eredményei.....	81
4.2.2. A kukoricában végzett komplex vizsgálat eredményei .....	82
4.2.3. Az őszi búzában végzett vizsgálatok eredményei .....	97
4.3. Új tudományos eredmények .....	104
<b>5. Következtetések és javaslatok .....</b>	<b>105</b>
5.1. A pilóta nélküli légi járművel végzett túráskár-becslés.....	105
5.2. A pilot vizsgálat és a VAT módszer .....	107
5.3. A kukorica komplex vizsgálata és a búzával végzett térinformatikai szimulációk .....	108
<b>6. Összefoglalás.....</b>	<b>116</b>
<b>7. Summary.....</b>	<b>118</b>
<b>8. Mellékletek.....</b>	<b>120</b>
M1. Irodalomjegyzék.....	120
M2. További ábrák és táblázatok.....	133
<b>9. Köszönetnyilvánítás .....</b>	<b>159</b>

## 1. Bevezetés és célok ismertetése

A vadvilág jelentős értékeket hordoz, ugyanakkor az ember és a vadon élő állatfajok egyedei közt felmerülő konfliktusok köre széles, története pedig – az emberiség modern vívmányaihoz kötődőektől eltekintve – hosszú időre nyúlik vissza (REIDINGER & MILLER 2013; CSÁNYI *et al.* 2014a). Az embert közvetlenül érintő problémák fő forrásai az egészség veszélyeztetése (betegségek terjesztése, közvetlen támadások, vad-gépjármű ütközések), az emberi vagyontárgyak rongálása, valamint a mezőgazdaság, az erdőgazdálkodás és állattenyésztés keretein belül zajló termelés gátlása (akár növények, akár állatok károsításán vagy elpusztításán keresztül) (CONOVER 2002; REIDINGER & MILLER 2013).

A vadon élő állatok által okozott kár fogalmával kapcsolatban fontos tisztázni, hogy a szóban forgó fajok [REIMOSER & PUTMAN (2011) munkájában kifejezetten a patások] mindig fontos szerepet játszottak a természetes ökológiai rendszerek dinamikájának alakulásában. Habár a táplálkozásuk és életvitelük során kifejtett hatás hosszabb távon lehet negatív, semleges vagy pozitív is, az emberközpontú, eredményorientált gazdálkodási céloktól a legtöbbször eltér – minél rövidebb távra terveznek, annál nagyobb mértékben. Épp emiatt, amikor egy vadon élő állat hatást gyakorol bármi olyanra (pl. szántó vagy erdő növényállománya, haszonállat, védett faj egyede, épület, jármű stb.), amihez emberi érdek fűződik, azt a tulajdonos vagy kezelő szinte mindig hátrányos változásként, vagyis kárként értékeli (CONOVER 2002; REIMOSER & PUTMAN 2011). Teszi ezt annak ellenére, hogy vannak olyan esetek, amikor a rövid távon kedvezőtlen vadhatást az érintett javak (elsősorban a növények) képesek részben vagy teljes egészében kompenzálni: egyes védett növényfajok esetében kimutattak a vaddisznó (*Sus scrofa*) túrása után jelentkező tőszámnövekedést (BIRÓ *et al.* 2012), valamint őz (*Capreolus capreolus*) által korai időszakban károsított tavaszi árpa (*Hordeum vulgare*) és őszi búza (*Triticum aestivum*) is képesnek bizonyult a károsítatlan táblarészekétől szignifikánsan nem különböző terméseredményeket hozni (PUTMAN 1986), továbbá a dámszarvas (*Dama dama*) és az őz rágása napraforgó (*Helianthus annuus*) esetében (KAMLER *et al.* 2009) sem feltétlenül jelent számottevő termés- és bevételkiesést, mivel léteznek olyan hibridek, melyek arra akár több oldalhajtás vagy nagyobb tányér fejlesztésével, esetleg megnövekedett olajtartalommal reagálnak (GYENEI *et al.* 2013), valamint a károsítatlan töveknél a szomszédos versenytársaik eltávolítása akár 10%-os termésnövekedést is eredményezhet (SKOTÁK *et al.* 2022). Jelen értekezésnek ezzel együtt nem célja, hogy a vadhatás megítélésének ellentmondásait részletesen vizsgálja.

Munkám a mezőgazdaság – azon belül pedig a szántóföldi növénytermesztés – számára okozott károk értékeléséhez kapcsolódik. A földművelők és a vadgazdálkodók különböző beavatkozásokkal igyekeznek mérsékelni a károsításokat (CSÁNYI *et al.* 2016b), így a vadászati

nyomás növelésével (GEISSER & REYER 2004; BLEIER *et al.* 2012), elterelő etetéssel (CALENGE *et al.* 2004; GEISSER & REYER 2004; BARRIO *et al.* 2010), vagy éppen – akár részleges – kerítés (HILDRETH *et al.* 2012) és villanypásztor (HYGNSTROM & CRAVEN 1988; POOLE *et al.* 2002; GEISSER & REYER 2004) telepítésével. Használják szaghatáson alapuló kémiai (SANTILLI *et al.* 2004; SCHLAGETER & HAAG-WACKERNAGEL 2012) és biológiai (MELCHORS & LESLIE 1985), valamint akusztikus (BELANT *et al.* 1996; CONTI *et al.* 2018) és optikai (CONTI *et al.* 2018) riasztási módszereket is. E törekvések ellenére világszerte, a fejlődő országok kisebb helyi közösségeitől (NAUGHTON-TREVES 1998; KAGWA 2011; OGUNJOBI *et al.* 2018) a nagyüzemi földművelés szintjéig (WYWIALOWSKI 1996; CONOVER 1998; REIMOSER & PUTMAN 2011; CSÁNYI *et al.* 2016b) található olyan esetek, ahol a vadon élő állatok – különböző mértékben – csökkentik a haszonnövények hozamát.

Európában is jelen van a – különféle kompenzációs megoldásokkal kezelt vagy épp kártérítéssel nem enyhített – mezőgazdasági károsítás (REIMOSER & PUTMAN 2011), azon belül pedig Magyarországon is, ahol a vadgazdálkodási rendszer egyik sarkalatos pontjának tekinthető (VARGA & KÁSA 2011). A jelenség hazánkban amellett, hogy évről-évre számottevő anyagi megterhelést jelent a vadászatra jogosultak számára, sok esetben heves vitákat, konfliktusokat is okoz köztük és a földhasználók között (BLEIER *et al.* 2017a). A néhány évtizeddel korábban jellemző, a károk egyszerű, barter jellegű (pl. vadhússal vagy vadászati lehetőséggel történő) rendezése napjainkra visszaszorult. A földhasználók jelentős hányada él a jogszabályok [1996. évi LV., a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadászatról szóló törvény (Vtv.) és az annak végrehajtásáról szóló 79/2004. (V. 4.) FVM rendelet (Vhr.)] adta lehetőségével, hogy a meghatározott vadfajok által, meghatározott kultúrákban okozott kár esetén pénzübeli kártérítési igényrel forduljon a vadászatra jogosulthoz, akinek – bizonyos kármegosztási szabályok figyelembe vételével – ennek eleget is kell tennie (CSÁNYI *et al.* 2016b). Az érintett felek közti egyezség létrejötte számos esetben nem képzelhető el ágazati vagy igazságügyi szakértő bevonása nélkül (CSÁNYI *et al.* 2016b), de többször bírósági per nélkül sem (BLEIER *et al.* 2017c). A szakértőnek objektív szakvéleményben, a felek befolyásától függetlenül kell megállapítania a keletkezett vadkár mértékét és a térítendő összeget (KLÁTYIK 2003; VARGA & KÁSA 2011; BLEIER *et al.* 2018).

Arra vonatkozóan, hogy a vadkárszakértőknek milyen módon kell meghatározni a kártérítés összegét, a 2016. évi XXIX., az igazságügyi szakértőkről szóló törvény 3. § (1) bekezdése iránymutatásként ugyan megfogalmazza, hogy az igazságügyi szakértőnek a tudomány és a műszaki fejlődés eredményeinek felhasználásával készített szakvéleménnyel kell eldöntenie a szakkérdést, ezzel azonban a vadkárbecslés gyakorlati kérdéseire nem nyújt egyértelmű választ.

Ezen túlmenően az egyes – akár csupán a szakirodalomban fellelhető, akár szélesebb körben már évtizedek óta követett – eljárások alkalmazhatósága (pontossága, torzítása, költséghatékonysága stb.) kevésbé vizsgált. Az említett okoknál fogva a vadkár értékelési módszerei közül való választás hosszú időn keresztül a szakértők szubjektív döntésén alapult (BALÁZS 2011; BLEIER 2014), nem pedig egységes rendszerben történt. Ezen állapot megváltoztatását célozta az Agrárminisztérium által közreadott módszertani útmutató (ANONYMUS 2021), amely bár jogi értelemben nem kötelező érvényű, mégis egységes, mindenki által megismerhető eljárásrend alkalmazását teszi lehetővé (AM SAJTÓIRODA 2021).

A szakértők által alkalmazható, ill. alkalmazott módszerekkel kapcsolatos ismeretek bővítése mindezzel együtt kiemelt jelentőséggel bír. A vadkár térítendő értékét meghatározó módszertan elemzése a vadbiológia számára is fontos, hiszen annak egyik célja, hogy a vadgazdálkodás tervezhető működésének feltételeit gyakorlatias és költséghatékony gazdálkodási módszerek kidolgozásával teremtsen meg (CSÁNYI 2007). A tudományosan ellenőrzött módszerek szakértők általi alkalmazására az érintettek részéről is mutatkozik igény (CSÁNYI *et al.* 2016b).

Doktori munkám célja az volt, hogy kidolgozzak egy olyan számítógépes, térinformatikai (*Geographical Information System*, GIS) szimulációkon alapuló módszertant, amellyel egyes szántóföldi kultúrák vadkárbecslési módszereinek statisztikai mutatókkal jellemezhető eredményessége és az azt befolyásoló tényezők vizsgálhatók. A számítógépes szimulációk ökológiai, valamint térbeli mintavételezéssel kapcsolatos kutatásokban (ENGEMAN *et al.* 1994; ENGEMAN & SUGIHARA 1998; DORMANN *et al.* 2007; DALE & FORTIN 2014) is bevált eszközök. A korábbi megoldásokkal szemben a térinformatikai megközelítés előnye, hogy szintén számos paraméter precíz beállítására alkalmas, ugyanakkor nem igényel programozói ismereteket, továbbá a modellek térbeli megjelenítését is lehetővé teszi, amivel a vizsgálatok lefolytatása, valamint az eredmények értelmezése és bemutatása is egyszerűbbé válik (KOVÁCS *et al.* 2020b). Saját GIS modelljeim felhasználásával – a szükség szerinti terepi munkával kiegészítve – teszteltem egyes, a széles és a sűrű sortávú kultúrákban jelenleg alkalmazott, valamint potenciálisan alkalmazható mintavételezési eljárásokat.

A téma kidolgozásával további célom volt, hogy feltérképezzem egy egyszerű, kereskedelmi forgalomban kapható pilóta nélküli légi járművel (drónnal) készített, látható spektrumú légi fotók vadkárbecslés során való alkalmazásának lehetőségeit.

A kutatásba bevont módszerek esetében sor került a költséghatékonyság elemzésére is, mivel fontos, hogy a kárbecslés szükséges legnagyobb ráfordítása és elvárható legkisebb pontossága, tehát az optimális befektetés (pl. mintanagyság, emberi munkaerő és -idő)

meghatározható legyen. Ez szükséges ahhoz, hogy az egyes eljárások életszerűsége és gyakorlatban való tényleges alkalmazhatósága értékelhető legyen.

Feltételezve, hogy a becslést több körülmény (pl. a tábla mérete, a környező felszínborítás és földhasználat alapján a kár várható térbeli eloszlása, ill. az érintett felek várható pontossággal szemben támasztott igényei) is befolyásolhatja, az itt bemutatott vizsgálataimmal célt volt, hogy eredményeim felhasználásával a vadkárszakértők megalapozottan választhassák ki az adott körülmények között várhatóan legjobb eredményt adó és leginkább költséghatékony becslési módszert.

Vizsgálati kérdéseim a következők voltak:

### **Terepi vizsgálatok**

1. Hogyan alakul a vizsgált, sűrű és széles sortávú kultúrák vadkárbecslése során alkalmazható mintavételezési módszerek időszükséglete?

2. Milyen eredményességgel alkalmazható egy egyszerű, kereskedelmi forgalomban kapható pilóta nélküli légi jármű a vadkárbecslés során?

### **Térinformatikai szimulációs vizsgálatok**

3. Alkalmazható-e a Variable Area Transect mintavételezési módszer kukoricában keletkezett vadkár becslése során?

4. Hogyan alakulnak a vizsgált, sűrű és széles sortávú kultúrák vadkárbecslése során alkalmazható mintavételezési módszerek paraméterei (becslési eredmények, becslést jellemző statisztikai mutatók) szimulált körülmények között?

5. Befolyásolja-e a károsítás térbeli eloszlása és valós aránya a vizsgált vadkárbecslési módszerekkel kapott eredmények valós értéktől való eltérését?

6. A becsléseket jellemző statisztikai mutatók mellett a mintavételezés időszükségletét, valamint az annak alapján számított munkadíjat is figyelembe véve hogyan rangsorolhatóak a vizsgált vadkárbecslési módszerek?



## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. A mezőgazdasági vadkár megítélése Magyarországon

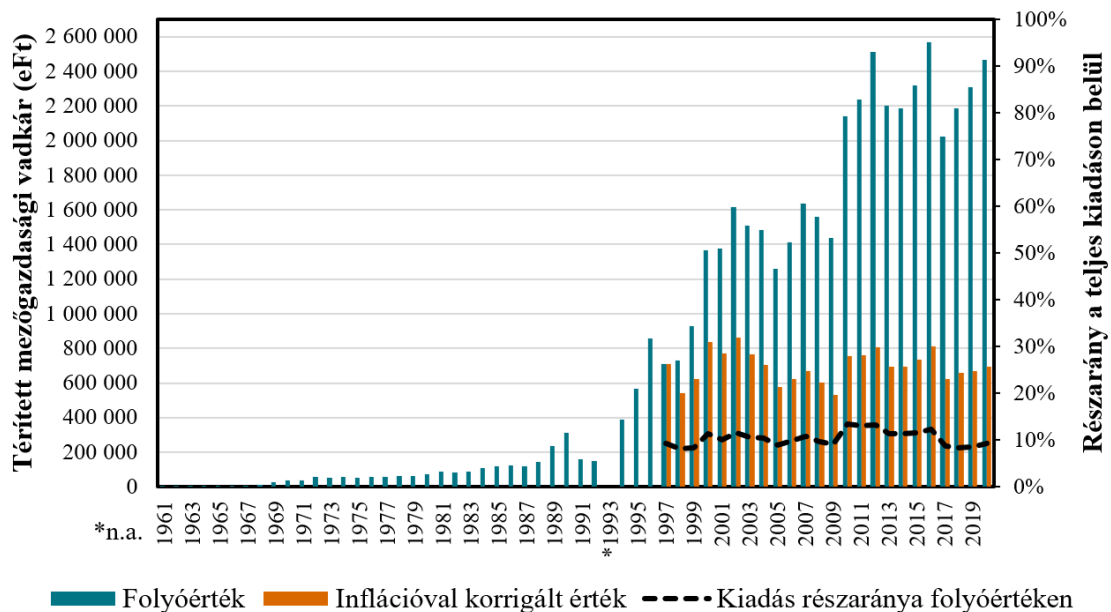
CSÖRE (1994) szerint a vad által a mezőgazdaságban okozott kár megtérítésének kérdésköre a középkorban még nem volt jelen. Ennek oka, hogy bár a vadállomány valószínűleg okozott kárt a termelésben, az akkori felfogás szerint erre inkább a jégveréshez hasonló, elkerülhetetlen hatásként tekintettek. Másfelől a jobbágyok valószínűsíthetően nem is tudtak volna az általuk termesztett növényekben keletkezett kár megtérítésért folyamodni. Mária Terézia 1741-ben kiadott rendelete már megfogalmazott teendőket a vadkárok megelőzése érdekében, majd az 1767-es Urbáriumban megjelent a vad által okozott károk földesurak általi megtérítése is (CSÖRE 1994). A XVIII. és XIX. században többször változtak az erre vonatkozó szabályok (pl. azon fajok köre, amelyek által okozott károkat meg kellett téríteni), ill. a kár megállapítására vonatkozó előírások (FÖLDES 1894; KOLOSVÁRY 1923; VIDICZKY 1930; GOLUB 1936; HEGYES 2014).

A XX. században különböző miniszteri, minisztertanácsi, ill. törvényerejű rendeletek születtek a témához kapcsolódóan (GONDA 1970; CSÖRE 1977; HEGYES 2014). A II. világháborút követő években a lecsökkent nagyvadállomány kevesebb konfliktust okozott, ugyanakkor a mezei nyúl (*Lepus europaeus*) által okozott károkat jelentősnek tartották. Ezzel egyidejűleg az 1940-es évek végére fokozódott a nagyvadfajok (elsősorban a gímszarvas és a vaddisznó) okozta károsítás, ami a becslés és a kártérítés részletes szabályozását kívánta meg (CSÖRE 1994). A század végéig több markáns változás is történt (pl. a vadkár szabályozása átkerült az 1961. évi VII. sz., az erdőkről és a vadgazdálkodásról szóló törvénybe), de ezek egyike sem tudott olyan megoldást kínálni, amely rendezte volna magát a problémát, és megszüntette volna az érintettek közti feszültséget (CSÖRE 1977; ZOLTÁN 1978; BENCZE 1983; HEGYES 2014). Az 1996-ban hatályba lépett Vtv. és a hozzá kapcsolódó Vhr. a teljes hazai rendszert érintő, jelentős változásokat hozott (az értekezés benyújtásakor hatályos állapotuk bemutatása a **2.2. alfejezetben** szerepel).

A térített vadkár összegére vonatkozó adatok az 1960-as évektől állnak rendelkezésre: 1960-ban 2,6 millió Ft, 1968-ban közel 23 millió Ft [TÓTH (2005) szerint 14 millió Ft], 1972-ben több mint 58 millió Ft, míg 1986-ban 124 millió Ft volt (CSÖRE 1994).

A hazai vadkárprobléma közelmúltbeli, ill. jelenlegi súlyát jól érzékelteti, hogy Magyarországon az elmúlt 11 évben a vadgazdálkodók által a földhasználók részére megtérített mezőgazdasági vadkár értéke az Országos Vadgazdálkodási Adattár (OVA) adatai alapján rendre meghaladta a 2 milliárd Ft-ot (CSÁNYI *et al.* 2012a, 2012b, 2013, 2014, 2015, 2016c, 2017; CSÁNYI 2018, 2019, 2020, 2021). A Vtv. hatályba lépése utáni, 1997 és 2020 közé eső időszakban a térített összeg bár folyóértéken növekedést mutat ( $r^2 = 0,81299$ ;  $p < 0,0001$ ), a kumulált

inflációval (MAGYAR NEMZETI BANK 2021) korrigálva azonban – időközi hullámzásokkal, de igazolható trend nélkül – összességében stabilnak tekinthető (**1. ábra**). Ugyanezen periódusban a vadászatra jogosultak országosan összesített kiadásának folyóértéken 8,1-13,3%-át ( $\bar{x} = 10,4$ ;  $s = 1,6$ ) adta a mezőgazdasági vadkár térítése.

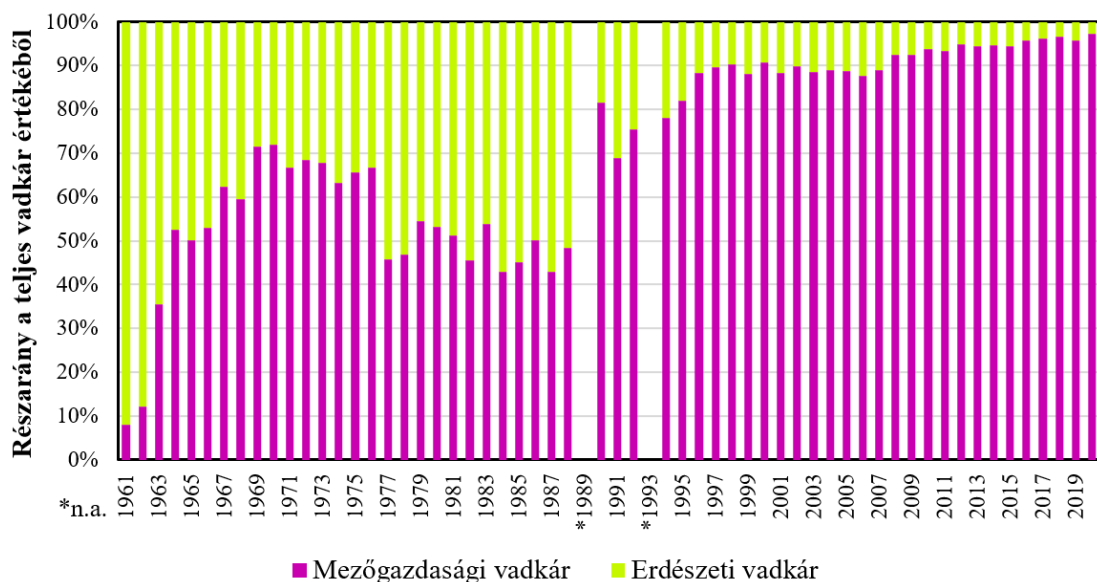


**1. ábra** A térített mezőgazdasági vadkár alakulása Magyarországon (1961-2020) [PINTÉR (1991), TÓTH (2005), MAGYAR NEMZETI BANK (2021), ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2021) adatai alapján]

Megjegyzendő, hogy a vadkárt nem minden esetben pénzben térítik meg (BUZGÓ 2006; CSÁNYI *et al.* 2016b), így a ténylegesen keletkező vadkár összességében bizonyosan meghaladja a térítés éves összesítését. Ebből az összegből hiányzik a vadkár megelőzésének költsége, továbbá a vadkárszakértők díjazása is, melyek a földhasználó és a vadászatra jogosult oldalán is jelentkezhetnek, és ugyanahhoz a problémaforráshoz kötődnek.

A fentiek ismeretében a mezőgazdasági vadkár hazánkban állandó, az érintettek számára gazdasági és gazdálkodási hátrányt okozó jelenség, ami a vadgazdálkodás, ill. a vadászat társadalmi megítélését is hátrányosan befolyásolja (BUZGÓ 2006).

A mezőgazdasági és erdészeti vadkár folyóértéken megadott értékének részesedését az évenkénti teljes vadkárból a **2. ábra** szemlélteti. Látható, hogy 1964 volt az első év, ahol az előbbi összege meghaladta az utóbbiét, de a vizsgált időszak (1961-2020) első két évének jelentős – az erdészeti kár irányába mutató – eltolódásától eltekintve 1988-ig egyik oldal sem lépte át a 72%-ot. A kilencvenes évektől a mezőgazdasági vadkár egyre jelentősebbnek bizonyult: 1995-től kezdve folyamatosan több, mint 82%-át, 2008-tól pedig rendre több, mint 92%-át (2020-ban már 97,2%-át) adta az éves jelentett vadkár értékének.



2. ábra A mezőgazdasági és erdészeti vadkár részesedése a teljes vadkár értékéből (1961-2020) [(PINTÉR 1991; TÓTH 2005; ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR 2021) adatai alapján]

Más megközelítés szerint, szintén e két érték egymáshoz viszonyított alakulásával (1. melléklet) kapcsolatban elmondható, hogy 1961 és 1988 között előbbi legalább egytizede, legfeljebb pedig 2,5-szerese volt az utóbbinak. Ezt követően a mezőgazdasági vadkár értéke egyre nagyobb mértékben haladta meg az erdészeti kárt: az ezredfordulón közel tízszerese, az elmúlt négy évben pedig mintegy húsz-harmincszorosa (2020-ban 34-szerese) volt.

A korábbiakban számos vélemény látott napvilágot a mezőgazdasági vadkár növekvő jelentőségének okaival kapcsolatban. Ezek közé sorolták a nagyvadfajok – elsősorban a gímszarvas és a vaddisznó [BUZGÓ (2006) a dámot is megnevezi] – 1960-as évek óta dokumentált (CSÁNYI 2020) állománynövekedését (MÁTRAI & JÁRÁSI 1986), a nagyüzemi mezőgazdaság terméshozamok növekedésével járó erősödését (KOLLER 1971), a földek 1990 utáni ismételt magánkézbe kerülését, de magát a Vtv. életbe lépését is (VARGA & KÁSA 2011) is. WALTERNÉ (1990) utal arra is, hogy a termesztett növények fajtája és a mezőgazdasági élőhely szerkezete is befolyásolja a vadkár megjelenését.

A mezőgazdasági vadkár ökológiai és ökonómiai vonatkozásait BLEIER (2014) átfogóan értékelte. Eredményei alapján a térített mezőgazdasági vadkár nagysága összefüggést mutatott a gímszarvas és a vaddisznó – az állománysűrűség indexeként használt – terítéksűrűségének alakulásával, ugyanakkor az őz esetében nem volt ilyen összefüggés. Az élőhely szerkezetével kapcsolatban igazolta, hogy az erdősültség aránya, ill. az egységnyi mezőgazdasági területre jutó erdőszegély hossza pozitív kapcsolatban áll a vadkár alakulásával [ez egybevág RETAMOSA *et al.* (2008) észak-amerikai, szója (*Glycine max*) és kukorica (*Zea mays*) vonatkozásában kapott eredményeivel]. A vizsgálat alapján a kultúrnövények közül a kukorica vetésterületének nagysága áll pozitív kapcsolatban a térített mezőgazdasági vadkárral. A termények felvásárlási ára és a

vadkár alakulása közti kapcsolatot évtizedekkel azelőtt felismerték (BERDÁR & MÁTRAI 1978), hogy BLEIER & SZEMETHY (2003) kukorica és napraforgó esetében statisztikai elemzéssel igazolta.

A vadon élő állatfajok által okozott károk kezelése gyakran alapul valamilyen kompenzációs rendszeren (REIMOSER & PUTMAN 2011). Ennek akár negatív (pl. a növénytermesztők kármegelőzési törekvéseinek csökkenésében megnyilvánuló) hatásai is lehetnek (BULTE & RONDEAU 2005), vagy a problémát megoldó, valódi eredmények nélkül működhetnek. Véleményem szerint jelenleg a hazai kártérítési rendszer is ide sorolható, mivel működése ellenére folyamatos feszültség van a természeti erőforrásokat használók (vadgazdálkodók, növénytermesztők, állattenyésztők, erdőgazdálkodók) között, valamint a vadgazdálkodók részére évről-évre komoly anyagi megterhelést jelent.

A Szent István Egyetem Vadvilág Megőrzési Intézete (SZIE VMI) és a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) együttműködésével zajlott az az országos lefedettségű (**2. melléklet**) 72 db kérdésből álló kérdőíves felmérés (CSÁNYI *et al.* 2016b), melynek célja volt, hogy a NAK tagságán belül vizsgálja a földhasználók (elsősorban szántóföldi növénytermesztők) vadkárügyekkel kapcsolatos tapasztalatait, véleményét. E munka során mind a kérdőív kidolgozásában, mind a válaszok feldolgozásában és az eredmények publikálásában részt vettem. A potenciális válaszadók számára vetített kitöltési arány alapján a BLEIER (2014) által mezőgazdasági vadkárral leginkább érintettként azonosított megyék (Baranya, Somogy, Vas, Veszprém, Zala) NAK-tagsága a legaktívabbak közé tartozott (**3. melléklet**). A válaszok feldolgozását az országos összesítésen (n = 1.857) túl elvégeztük a vadkárral leginkább és legkevésbé érintett megyék [Békés, Csongrád (jelenleg Csongrád-Csanád), Jász-Nagykun-Szolnok] vonatkozásában is (BLEIER *et al.* 2017a).

A vadon élő állatokhoz való viszonyulást (**4. melléklet**) jól szemlélteti a vadállományt a földbirtok értékét növelő természeti erőforrásként feltüntető, illetve a vadászható emlősfajokat hasznosnak tartó állítás kapcsán megjelenő elutasítás. Ez a negatív attitűd a vadászható madárfajok esetében már nem jelent meg, ami elgondolkodtató annak tükrében, hogy mezőgazdasági kárt – természetesen eltérő és nem feltétlenül számottevő mértékben – pl. Magyarországon vadászható lúdfajok (*Anser spp.*) (HUDEC 1973; FARAGÓ 1994), varjúfélék (*Corvidae*) (KOSARAS 1986 *cit.* FARAGÓ 2015; RUNG *et al.* 2015) és galambfélék (*Columbidae*) (RÉKÁSI & STERBETZ 1991) is okoznak (CSÁNYI *et al.* 2016b).

A mezőgazdasági vadkár országos viszonylatban a válaszadók 90,1%-át érintette. A károk mértéke térségek között és térségen belül egyaránt erősen változékonynak mutatkozott. Az OVA adatai (ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR 2021) alapján látható megyei különbségek (BLEIER 2014) a gazdák véleményében is tükröződtek: a „legvadkárosabb” megyékben a többség

(65,3%) esetében előfordultak viták, míg a „legkevésbé vadkáros” három megye területén az esetek nagyobb részében (59,4%) nem, mert inkább eltűrték a kárt (CSÁNYI *et al.* 2016a).

Az országos összesítés szerint a mezőgazdasági vadkár mértékét a saját gazdaságában a kitöltők 32,1%-a tapasztalta azt közepesnek, jól érzékelhetőnek, 43,4% szerint pedig ennél kisebb (kicsi, de már érzékelhető mértékű vagy jelentéktelen) volt. A kár mértékét jelentősnek, komoly veszteséget okozónak vagy súlyosnak, a gazdálkodást már veszélyeztető szintűnek összesen 24,5% tartotta. A vadkárral leginkább érintett megyékben gazdálkodók 33,3%-a ítélte ugyanezt közepesnek, míg 27,6% annál kisebb, 39,1% pedig annál nagyobb gazdálkodási nehézségekhez vezető vadkárról számolt be. A vadkár által legkevésbé sújtott megyék földhasználói körében ezek az arányok számottevően megváltoztak, rendre 27,0% (közepes), 58,2% (közepesnél enyhébb) és 14,8% (közepesnél súlyosabb) voltak (**5. melléklet**) (CSÁNYI *et al.* 2016b).

Az évente keletkező vadkár értékét tekintve országos összesítésben a legjellemzőbb kármérték a 100 ezer Ft alatti, ill. a 100-300 ezer Ft közötti volt (e két kategória együttes részesedése 65,6%). A gazdálkodók által számontartott 300 ezer Ft és 1 millió Ft közti éves kármérték aránya 21,1% volt, míg az 1 és 10 millió Ft közé eső mértékű károk már jóval kisebb arányban (13,0%) fordultak elő, a 10 millió Ft feletti mértékű kár pedig elenyésző volt. Az öt „legvadkárosabb” megye válaszai alapján elmozdulás észlelhető a magasabb kármértékek irányába, míg a három „legkevésbé vadkáros” megye esetében az 1 millió Ft-ot nem meghaladó nagyságú károk voltak jellemzőek a válaszadók 91,7%-ára (CSÁNYI *et al.* 2016b).

A károk enyhítését illetően a válaszadók szerint bár a vadgazdálkodóknak és a mezőgazdálkodóknak egyértelműen a megelőzésben és a kártérítésben is szükséges kivennie a részét (eltérő mértékben), ugyanakkor az állam, mint a vad tulajdonosának szerepvállalása hiányzik a rendszerből (CSÁNYI *et al.* 2016b).

## **2.2. A mezőgazdasági vadkártérítési eljárás jogi szabályozása Magyarországon**

A mezőgazdasági vadkár kérdéskörét Magyarországon jelenleg alapvetően a Vtv. és a Vhr. szabályozza. A vadkártérítési eljárás a lentebb tárgyalt egyezségi szakasz kivételével közigazgatási eljárásnak minősül, így annak során „az általános közigazgatási rendtartásról” szóló 2016. évi CL. törvény (Ákr.) rendelkezéseit is figyelembe kell venni.

A vadászatra jogosult – amely a kárt okozó vadfajjal vadgazdálkodási tevékenységet folytat és annak vadászatára jogosult, valamint amelynek vadászterületén a károkozás bekövetkezett [Vtv. 75. § (5) bek.] – köteles a vad által okozott kárt (vagyis vadkárt) a károsultnak megtéríteni [Vtv. 75. § (1) bek.]. Mezőgazdaságban okozott vadkárnak minősül a gímszarvas, a dámszarvas, az őz, a vaddisznó, valamint a muflon által a mezőgazdaságban, továbbá az őz, a

mezei nyúl és a fácán (*Phasianus colchicus*) által a szőlőben, a gyümölcsösben és a szántóföldön okozott [Vtv. 75. § (2) bek.], a vad táplálkozása, taposása, túrása vagy törése következtében termés kiesést előidéző károsítás [Vhr. 82. § (2) bek.] – a bekövetkezett összes kár alapján számított [Vhr. 82. § (1) bek.] – 10%-ot (természetes önfenntartási érték) meghaladó része [Vtv. 75. § (2) bek.].

Sem a Vtv., sem a Vhr. nem rendelkezik azon károkról, amelyeket a nevesítettek körén kívül eső vadászható faj okoz, így pl. a borz (*Meles meles*), a nyári lúd (*Anser anser*), vetési lúd (*Anser fabalis*), a nagy lilik (*Anser albifrons*), továbbá az örvös galamb (*Columba palumbus*) és a balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) mezőgazdasági károkozása esetében a vadkár fogalma nem alkalmazható.

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. 75. § (5) bek.; Vtv. 78. § (1)-(2) bek.; Vtv. 79. § (1)-(3) bek.; Vhr. 82/A. § (1)-(2) bek.].

A vadkár megtérítése iránti igényt a kár bekövetkezésétől, ill. észlelésétől számított 15 napon belül írásban kell közölni a kárért felelős személlyel [Vtv. 81. § (1) bek.]. Mezőgazdasági vadkárt bejelenteni, térítést igényelni – a jelen értekezés szempontjából legfontosabb kultúrák közül – őszi búza esetében okt. 1. és júl. 31., kukoricánál ápr. 15. és nov. 30., napraforgó esetében pedig ápr. 15. és szept. 30. között lehet [Vhr. 82. § (3) bek.]. A közléstől számított 5 napig terjed a vadkártérítési eljárás egyezségi szakasza, amely tisztán polgári eljárás. Ilyenkor a felek egymással együttműködve, eljáró hatóság nélkül próbálnak egyezsége jutni. Ebben a szakaszban is kérhetik szakértő vagy mediátor (ANONYMUS 2021) közreműködését, azonban ilyenkor nincsenek előírások annak kompetenciáira vonatkozóan.

Ha a károsult és a kárért felelős személy között 5 napon belül nem jön létre egyezség a kár megtérítéséről és a kártérítés mértékéről, a károsult a károkozás helye szerint illetékes települési önkormányzat jegyzőjétől 5 napon belül írásban vagy szóban kérelmezheti az egyezség létrehozására irányuló kárfelmérési eljárás lefolytatását. Ilyen esetben a jegyző 3 munkanapon belül szakértőt rendel ki [Vtv. 81. § (2)-(3) bek.] a vadászati hatóság által összeállított és rendelkezésére bocsátott szakértői névjegyzék alapján [Vhr. 83. § (3) bek.].

Vadkárfelmérést az igazságügyi szakértői szakterületekről, valamint az azokhoz kapcsolódó képesítési és egyéb szakmai feltételekről szóló miniszteri rendeletben vagy az agrárgazdasági és agrár-vidékfejlesztési szakterületeken a szakértői tevékenység végzésének feltételeiről szóló miniszteri rendeletben meghatározott szakirányú végzettséggel és legalább ötéves szakmai gyakorlattal rendelkező személy végezhet [Vhr. 83. § (1) bek.].

A kár felmérését a kirendeléstől számított 5 napon belül kell lefolytatni. A kárfelmérést akkor is le kell folytatni, ha a kár bejelentése határidő után történt. Ha késedelmes bejelentés miatt a kár vagy mértékének megállapítása bizonytalanná válik, azt a bejelentő terhére kell figyelembe venni [Vtv. 81. § (4) bek.].

A vadkárfelmérésről jegyzőkönyvet kell készíteni, melynek mintája a Vhr. 19. sz. mellékletében szerepel. 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. A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell továbbá a felek által a szakértő megállapításaira tett esetleges észrevételeit is. A jegyzőkönyvet a szakértőnek és az érintett feleknek kell aláírniuk. A jegyzőkönyvre alappal nem hivatkozhat az, aki annak tartalmát aláírásával nem hitelesítette. Ha valamelyik fél a jegyzőkönyv tartalmával nem ért egyet, azt a megjegyzés rovatban rögzítheti [Vhr. 84. § (1)-(3) bek.]. A vadászatra jogosult, ill. a földhasználó az egyezség megkötésére esetén 3 munkanapon belül kérheti másik szakértő kirendelését a költségek előlegezése mellett. Ebben az esetben a kárral érintett földterületen lévő termények betakarítására csak az újabb szakértői vizsgálat befejezése után kerülhet sor [Vtv. 81. § (4a) bek.].

A szakértő köteles a felmérés jegyzőkönyvét haladéktalanul átadni a jegyzőnek, aki egyezség létrehozását kísérli meg a felek között a kár megtérítésére vonatkozóan. Ha az egyezség megfelel a jogszabályi feltételeknek, nem sérti a közérdeket, mások jogát vagy jogos érdekét, valamint tartalmazza a kötelezett kártérítésre vonatkozó kötelezettségvállalását, az eljárási költség felek általi viselését, a kártérítés 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 [Vtv. 81. § (5)-(7) bek.], ezzel lezárul a vadkártérítési eljárás jegyzői szakasza.

A károsult az eljárást megszüntető végzés véglegessé válásától számított 30 napon belül (jogvesztő határidő) kérheti a bíróságtól kárának megtérítését [Vtv. 81. § (8) bek.].

### ***2.3. A mezőgazdasági vadkár megjelenése és kezelése - nemzetközi kitekintés***

A mezőgazdasági vadkár története valószínűleg 10-15.000 évvel korábbra nyúlik vissza, amikor a Közel-Keleten élő emberek elkezdtek növénytermesztéssel és állattartással foglalkozni. A vadon élő állatok a megtermelt javakra a vegetációs időszakban, majd betakarítás után, a termény tárolása közben is veszélyt jelentettek, ami ellen a gazdálkodók különféle módokon védekeztek. A történelem folyamán az ember-vadvilág konfliktusok e típusa végig jelentős maradt, a gazdálkodók pedig egyre modernebb eszközökkel igyekeznek megakadályozni a

kártételt (CONOVER 2002). Ennek ellenére világszerte jelentkező problémáról van szó, azonban a gazdálkodók és a jogalkotók megoldáshoz való viszonyulása régióként eltér. Ebben az alfejezetben különböző részletességgel rendelkezésre álló információkat mutatok be azzal kapcsolatban, hogy az elérhető szakirodalmi források szerint egyes területeken milyen a mezőgazdasági vadkár megjelenése, kezelése, valamint működik-e kártérítési rendszer.

Ausztráliában elsődlegesen az európai telepések által betelepített vagy behurcolt fajok [pl. vaddisznó, vörös róka (*Vulpes vulpes*), üregi nyúl (*Oryctolagus cuniculus*), kecske (*Capra hircus*), szamár (*Equus asinus*), ló (*Equus ferus*), vízi bivaly (*Bubalus bubalis*), patkány (*Rattus* spp.), házi egér (*Mus musculus*)] okoznak károkat. Ez egyrészt az őshonos fauna közvetlen (ragadozó-zsákmány kapcsolaton keresztül) pusztításában, másrészt pedig táplálék-kompetícióban nyilvánul meg, valamint a betelepített állatfajok – az őshonosak, pl. napraforgót károsító madárfajok mellett – a kultúrnövények fő károsítóivá is váltak. A védekezés fő iránya az állománycsökkentés, ennek klasszikus negatív példája az üregi nyúl visszaszorítására 1950-ben „szabadon engedett” myxoma vírus, mely kezdetben jelentős csökkenést idézett elő, de később a nyúlállomány valamilyen szintű ellenállóképességet fejlesztett ki. Az 1995-ben, egy baleset következményeként elszabadult calicivírus mintegy 90%-kal csökkentette a nyúlállomány sűrűségét, míg más fajokra mérsékelt hatással volt. Később a sterilizálás került a vizsgálatok fókuszába, mint az állomány szabályozás potenciális eszköze (CONOVER 2002).

Ázsia fő kultúrnövénye összességében a rizs (*Oryza sativa*), ezt pedig legnagyobb mértékben rágcsálók károsítják, melyek akár 15%-kal is csökkenthetik a betakarítható termés mennyiségét. Ahol nem állnak rendelkezésre megfelelő tároló létesítmények (pl. Délkelet-Ázsia nehéz körülmények között élő gazdálkodói esetében), a rágcsálók a betakarított terményt is megdézsmálják (CONOVER 2002). A károsítókat mérgezéssel és csapdázással igyekeznek visszaszorítani – utóbbihoz további motivációt jelent, hogy egyes területeken el is fogyasztják őket (SINGLETON *et al.* 1999). CAI *et al.* (2008) óriáspanda (*Ailuropoda melanoleuca*) rezervátumban jelentkező vaddisznótúrással foglalkozó vizsgálatában a kompenzáció egy gyakorlatba nem ültetett korábbi javaslatként jelenik meg, ebből arra következtethetünk, hogy Kínában a vadkárt nem térítik meg a gazdálkodók részére. RAO *et al.* (2002) esettanulmányából kiderül, hogy az indiai Nanda Devi bioszféra-rezervátumban a haszonállatok ragadozók általi elpusztításáért jár kompenzáció, a természetett növények vad általi károsításáért ugyanakkor nem, míg KARANTH *et al.* (2012) arról számolnak be, hogy a Kanha Nemzeti Parkban és környékén élők a mezőgazdasági vadkárért is részesültek hatósági kompenzációban az általuk vizsgált időszakban. Összességében India 29 állama közül 22-ben járt kártérítés a mezőgazdasági vadkárért a 2010 és 2015 közötti időszakban (KARANTH *et al.* 2018). Nepálban csak bizonyos fajok által okozott károkért jár



kártérítés, ezzel azonban PAUDEL & SHRESTHA (2018) kérdőíves felmérése alapján sokan nem elégedettek, pl. a védett területen kívül a majmok által okozott mezőgazdaság kárral érintett gazdák állami kompenzációt várnának. KNIGHT (2017) szerint Japánban a japán makákók (*Macaca fuscata*) mezőgazdasági kártételéért való térítésként 2016-ban mintegy 80.000 \$ került kifizetésre a „makákóparkok” fenntartói által.

Észak-Amerikában CONOVER (1998) 2.000 – véletlenszerűen kiválasztott – gazdálkodó megkérdezésén alapuló adatai szerint a mezőgazdasági károkat okozó fő fajok a szarvasfélék, a mosómedve (*Procyon lotor*), a prérifarkas (*Canis latrans*), valamint a mormota (*Mormota mormota*) (érdekesség, hogy a vaddisznót nem említik). A válaszadók 53%-a számolt be arról, hogy a vadkár mértéke meghaladta az elviselhetőnek tartott mértéket. A szerző teljes Amerikai Egyesült Államokra vonatkozó becslése alapján az ezredforduló környékén mintegy 4,5 millió \$-t költöttek a védekezésre (a megelőzéssel töltött munkaidőt is pénzösszegre számítva), mégis nagyságrendjét tekintve 2 millió \$ értékű vadkárt szenvedtek el. A kontinens legelterjedtebb madárcsoportja, a csirőgefélék (*Icteridae*) szintén a szántóföldi kultúrnövények gyakori károsítói (REIDINGER & MILLER 2013). Kanada Manitoba tartományában a nagyvad okozta károk kompenzációs rendszere 1972 óta működik, később pedig kibővült a vándorló vízimadarak okozta károk és az elpusztított haszonállatok miatt elszenvedett veszteségek térítésével is. A 2009 és 2013 közötti időszakban évente átlagosan 2,4 millió \$ került kifizetésre a Wildlife Damage Compensation Program keretében (WILCOX 2013).

Számos észak-amerikai madárfaj ismert, melyek Dél-Amerikában való telelésük ideje alatt okoznak károkat – ilyen pl. a prérípinty (*Spiza americana*), amely Venezuelában és Kolumbiában például főként a cirok- és a rizstermesztők számára okoz veszteséget (BESSER *et al.* 1970; CONOVER 2002). A papagáj- és galambfajok számos képviselője ugyancsak fontos károsító olyan országokban, mint Argentína, Bolívia, Brazília, Paraguay és Uruguay (CONOVER 2002). Mexikó egyik bioszféra-rezervátumában, főként fehér farkú szarvas (*Odocoileus virginianus*) és fehérorrú ormányosmedve (*Nasua narica*) által károsított kukoricatáblák vizsgálatával összefüggésben FLORES-ARMILLAS *et al.* (2020) a jövőben bevezetendő eszközként szerepeltetik a kártérítést.

Afrika vadvilága gazdag, ugyanakkor a kontinens földművelői és állattartói számára problémákat is okoz. A szántóföldi növényeket rágcsálók és főemlősök is károsítják (GARRIGA *et al.* 2018), a földrész északi részén pedig mintegy 40 különböző madárfaj akár 50%-kal is csökkenti azok hozamát (CONOVER 2002). A vadon élő csülkös fajok redukálják a haszonállatok által elfogyasztható táplálék mennyiségét, de található olyan területek, ahol e veszteséget a helyiek szerint részben kompenzálja a hozzájuk kötődő turizmusból származó bevétel (HILL 1998). KAGWA (2011) beszámol róla, hogy Kenyában végzett adatgyűjtésének kezdeti időszakában az

elefántok (*Loxodonta africana*) által okozott károk bejelentése intenzívebb volt, mivel a helyiek valószínűleg anyagi kompenzációra számítottak – ez alapján pedig feltehetően nem volt ismeretlen számukra a károk térítése. ALELIGN & YONAS (2017) vizsgálatából kiderül, hogy Etiópiában az adatgyűjtés ideje alatt a szavannacerkófok (*Chlorocebus aethiops*) által okozott károkért a helyiek nem kaptak kártérítést. NAUGHTON-TREVES (1998) publikációjában megjelenik, hogy az abban szereplő kutatás idején a vadon élő állatok okozta károkat senki nem térítette meg az érintettek részére Ugandában.

Izland lakossága csekély, egyetlen őshonos emlősfaja a sarki róka (*Vulpes lagopus*), a kontinensen mégis megjelenik a vadkár. Ez elsősorban a juhok róka általi zsákmányolását, valamint a ludak természetett növényekből való táplálkozását jelenti, továbbá a szabadon élő rénszarvasok (*Rangifer tarandus*) táplálékért versengenek a haszonállatokkal. A vadkár ellen kerítésépítéssel, lőfegyveres vadászattal, valamint csapdázással védekeznek (CONOVER 2002).

Európában REIMOSER & PUTMAN (2011) összefoglalója alapján hat országban (Finnország, Franciaország, Magyarország, Szlovákia, Szlovénia, Svájc) létezik nemzeti szintű, monitoring-jellegű adatgyűjtés a mezőgazdasági vadkárra vonatkozóan, ez azonban nem jelent egyet a kompenzációs rendszer működésével vagy hiányával. Az egyes országokban – a hivatkozott publikációk megjelenése idején – a következők szerint zajlott a mezőgazdasági vadkár kezelése. Ausztriában és Belgiumban a károsított területen érintett vadászok felelőssége a kártérítés (CASAER & LICOPPE 2010; REIMOSER & REIMOSER 2010). Csehországban az adott vadászterület használójának feladata a kompenzáció megfizetése. Amennyiben az valamilyen szervezet, úgy a tagjai személyenként is felelősséggel tartoznak a térítésért. A gyakorlatban a kifizetések mértéke alacsony (BARTOS *et al.* 2010). A balti államokban (Észtország, Lettország, Litvánia) a vadászati jog adott területen illetékes hasznosítóját terheli kártérítési kötelezettség, a megelőzés elsődleges megközelítése a vadállománycsökkentés (ANDERSONE-LILLEY *et al.* 2010). Horvátországban szintén a vadászok feladata a kompenzáció, amelynek vadhússal (KUSAK & KRAPINEC 2010) vagy tényleges kifizetéssel (NOVOSEL *et al.* 2012) való megoldása is dokumentált. Lengyelországban a vadgazdálkodók térítik meg a vadkárt, míg a védett fajok [pl. európai bölény (*Bison bonasus*)] által okozott kár kompenzációja állami finanszírozású (WAWRZY尼亚K *et al.* 2010). Szlovákiában a vadászterületek használóinak kötelessége a vadkártérítés, mégpedig szakértői vélemény alapján (FINDO & SKUBAN 2010). Szlovéniában a helyileg illetékes vadásztársaság feladata a kár megtérítése (ADAMIC & JERINA 2010). Franciaországban a Fédération Départementale des Chasseurs nevű szövetség képez alapot a mezőgazdasági vadkár kompenzálására. A károsítást a gazdák jelentik be, majd a térítendő összeget a szövetség szakértői állapítják meg (MAILLARD *et al.* 2010). Németországban azoknak a földtulajdonosoknak nem jár kártérítés, akik a

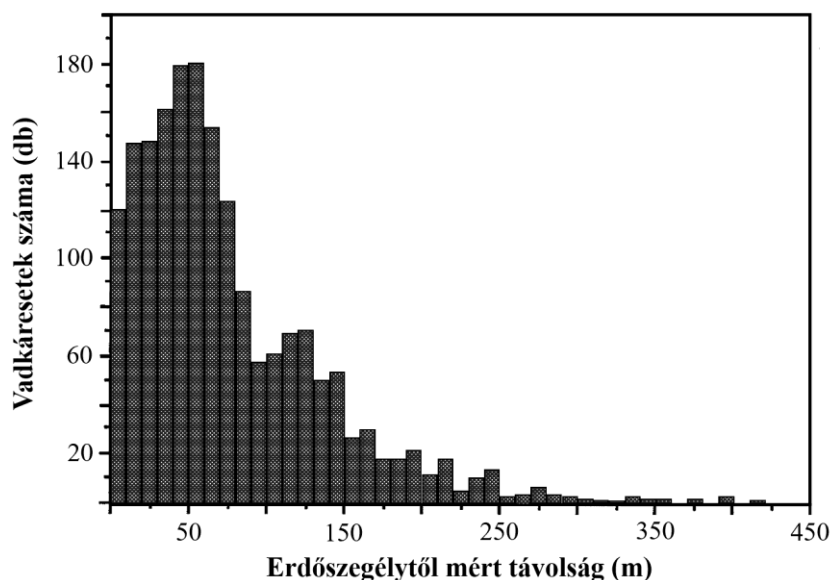
vadgazdálkodást is maguk folytatják. A vadászoknak az egyéb esetekben általában szerződés alapján kell kompenzációt fizetniük (WOTSCHIKOWSKY 2010). Svájcban a vaddisznó által okozott kár becslését a kanton vadászati irányítói vagy vadkárszakértők végzik, a vadászok pedig ez alapján – bizonyos kármegosztási szabályok figyelembe vételével – kötelesek azt kompenzálni (IMESCH-BEBIÉ *et al.* 2010). Olaszország legtöbb területén az adott provincia téríti meg a szántóföldi növényekben jelentkező vadkárt (APOLLONIO *et al.* 2010), bár CORGATELLI *et al.* (2019) szerint a kérvényezés az adminisztráció miatt nehézkes. Hollandiában a patás, ill. csülkös vadfajok mind védettek, az általuk – illetve a vadludak által – okozott kárt az értük felelős minisztérium kompenzálja (VAN WIEREN & GROOT BRUINDERINK 2010). Dániában nem működik kártérítési rendszer, azonban a bekerített mezőgazdasági területen a gím-, a dám- és a szikaszarvas (*Cervus nippon*) a vadászati idényen kívül is elejthető (ANDERSEN & HOLTHE 2010). Norvégiában szintén nincs mód vadkártérítés igénylésére, de a gazdák pályázhatnak a vadkár megelőzési tevékenységük önkormányzati támogatására (ANDERSEN *et al.* 2010). Finnországban a magántulajdonú földeken gazdálkodóknak az állam téríti meg a vadkárt a vadászati engedélyekből befolyó összegből (RUUSILA & KOJOLA 2010). Svédországban 1995 óta nem jár térítés a mezőgazdasági vadkárért (LIBERG *et al.* 2010), a védett fajok által okozott mezőgazdasági károkért azonban igen (SCHÖN 2013). Nagy-Britanniában nincs kidolgozott kompenzációs rendszer (PUTMAN 2010). A felsorolt országokban a mezőgazdasági vadkárt okozó fajok közül leggyakrabban a vaddisznót és a gímszarvast említik a problémák elsődleges okozójaként.

A bemutatott példák alapján a világ számos országában tanúsíthatnak érdeklődést a mezőgazdasági vadkár értékelésével és becslésével foglalkozó vizsgálatok eredményei iránt.

#### **2.4. A mezőgazdasági vadkár térbeli eloszlása**

A mezőgazdasági vadkárbecslés módszereinek szimulációk útján való teszteléséhez elengedhetetlen a szimulálandó jellemzők valós alakulásának ismerete. A jelenség nagyobb térléptékben való megjelenését számos publikációban megemlítik.

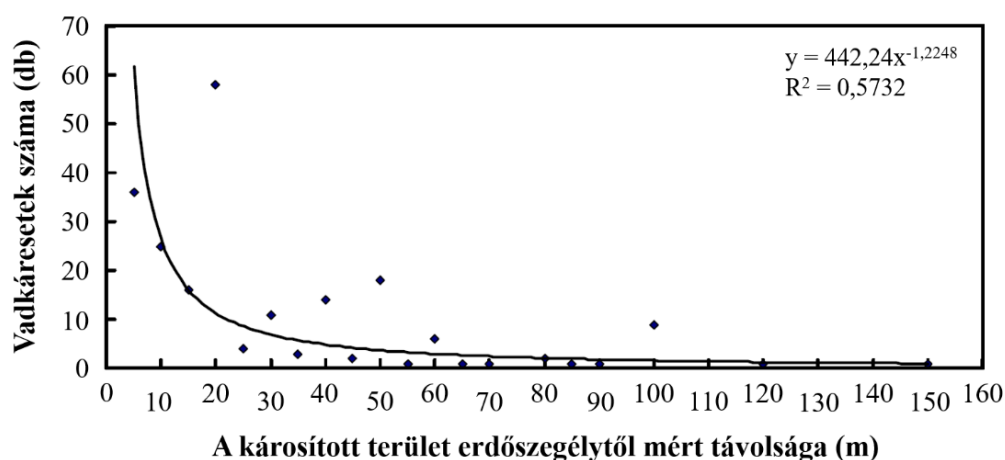
Ugandában, a Kibale Nemzeti Parkban, két éven keresztül végzett kutatás során NAUGHTON-TREVES (1998) hat faluhoz tartozó művelt földeken vizsgálta a vadon élő állatok [főként cercófmajmok (*Cercopithecinae*), anubisz-pávián (*Papio anubis*), ecsetfülű disznó (*Potamochoerus procus*) és elefánt] által a természetben (pl. banán, kukorica, manióka) okozott károkat. A vizsgálati területet 250 m<sup>2</sup>-es (25 × 10 m) cellákból álló rácshálóval fedték le, amelyeken belül rögzítették a károsításokat. A károk 90%-a a legközelebbi erdőszegélytől mért 160 m-en belül keletkezett (**3. ábra**).



**3. ábra** A károsítások gyakoriságának eloszlása az erdőtől mért távolság függvényében, NAUGHTON-TREVES (1998) vizsgálatában

Szumátra szigetén élő gazdák földjein ( $n = 50$ ), amelyek közül rizst és maniókát mindegyiken termesztettek (változatos egyéb haszonnövények mellett), elsősorban vaddisznó és emsemakákó (*Macaca nemestrina*) károsított, mégpedig az erdőhöz közelebb nagyobb gyakorisággal (LINKIE *et al.* 2007).

CAI *et al.* (2008) Kína egyik vadvilág-rezervátumának területén folytattak a vaddisznó kukoricában jelentkező károsítására összpontosító kutatást az ott található 35 családi gazdaság bevonásával. A szerzők nem tértek ki a terepi adatgyűjtés módszereire, így nem egyértelmű, hogy nagyobb táblákon belüli káreloszlást vagy kisebb parcellákban megjelenő károsítást vizsgáltak, azt azonban kijelentették, hogy a folyóvíz és az erdő közelsége befolyásolta a vadkár megjelenésének valószínűségét. A kárt szenvedett növények gyakorisága az erdőszegélytől távolodva csökkent (**4. ábra**).



**4. ábra** Vaddisznó által kukoricában okozott károsítás gyakorisága az erdőszegélytől mért távolság függvényében, CAI *et al.* (2008) vizsgálatában

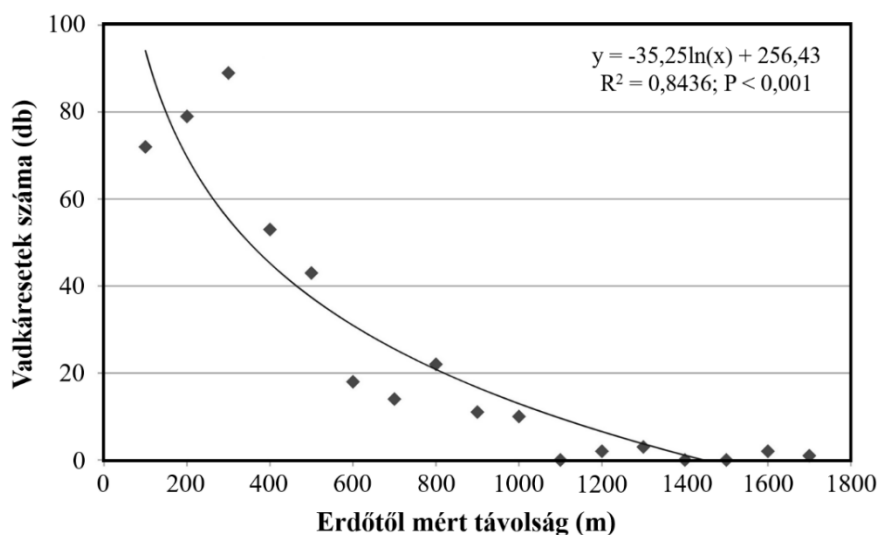
A károk többsége az erdőtől mért 60 m-es távolságon belül volt, az e határértéken belül és kívül észlelt károsítások között szignifikáns különbséget találtak ( $\chi^2 = 608,68$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0,05$ ). A károsítás és az erdőszegély közötti legnagyobb mért távolság 160 m volt (a tanulmányban nem szerepel, hogy milyen messze volt az erdőtől legtávolabbi vizsgált tábla).

THURFJELL *et al.* (2009) Svédországban, vegyes élőhelyen, a gabonafélék betakarítása után vizsgálták a legelőkön és réteken megjelenő vaddisznótúrás térbeli mintázatát. A károsított területek és az erdőszegély távolságát (54 m) véletlenszerűen elhelyezett pontok erdőtől mért távolságával (127 m) vetették össze, ezek közt pedig szignifikáns különbséget találtak (bár az nem tisztázott, hogy ezek átlagos vagy egyéb értékek-e).

Törökország északi részének egy 900 ha területű vegyes (mezőgazdasági, fás, bokros és gyepterületekből álló) élőhelyén, hat éven keresztül folytatott adatgyűjtés alapján szintén azt találták, hogy a művelt és vaddisznó által károsított foltok ( $n = 66$ ) többsége a fás területek közelében (60%-uk 100 m-en belül) helyezkedett el (UCARLI 2011).

Lengyelországban, Białowieża és Knyszyn erdeinek környezetében élő európai bölény állományok változatos kultúrákban jelentkező mezőgazdasági károsításával kapcsolatban HOFMAN-KAMIŃSKA & KOWALCZYK (2012) szintén a fás területektől (megkülönböztetve a legközelebbi erdőfoltot és az összefüggő erdő szegélyét) mért távolságot vizsgálták, 10 év alatt gyűjtött adatok alapján. A károsítások a két erdő esetében rendre 996,1 km<sup>2</sup> és 141,9 km<sup>2</sup> területen (100% Minimum Konvex Poligon) oszlottak el. A károsított növények elhelyezkedését szakértők által, nem részletezett módszerrel végrehajtott becslések alapján azonosították. Ezek fás területektől mért távolságát véletlenszerűen elhelyezett pontok és az erdőfoltok, ill. összefüggő erdők távolságával vetették össze. A károk jelentős része (Białowieża: 45,2%, Knyszyn: 36,6%) az összefüggő erdő 0,5 km-es közelségében keletkezett, míg ezek az arányok a legközelebbi erdőfolttól mért 0,5 km-en belül 80,4% és 68,7% voltak. A károsított és a random pontok távolsága a Knyszyn vizsgálati területen szignifikánsan különbözött mind az összefüggő erdőtől ( $\chi^2 = 42,68$ ;  $p < 0,0001$ ), mind az erdőfoltoktól ( $\chi^2 = 9,31$ ;  $p = 0,0095$ ) mérve, míg Białowieża területén csak az erdőfoltok esetében adódott statisztikailag igazolható eltérés ( $\chi^2 = 32,05$ ;  $p < 0,0001$ ).

BOBEK *et al.* (2017) szintén Lengyelországban végeztek kutatómunkát, mely során főként mezőgazdasági élőhelyen, összesen 361,6 ha-t lefedő területen, 419 alkalommal rögzítették vaddisznó által okozott károsítások helyét. Ezek 57,3%-a az erdőtől mért 300 m-es távolságon belül volt megtalálható (90,2% pedig 700 m-en belül), míg az átlagos távolság 385,4 m, a maximum pedig 1700 m volt. Az esetek száma az erdőtől távolodva csökkent (**5. ábra**).

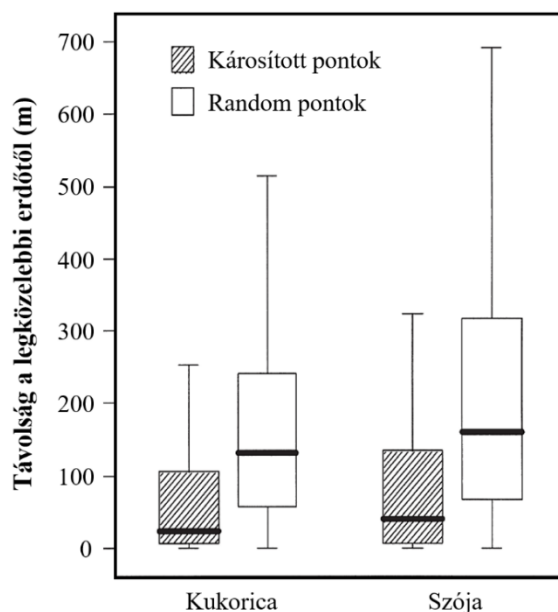


**5. ábra** Vaddisznó által okozott károsítások esetszáma az erdőszegélytől mért távolság függvényében, BOBEK *et al.* (2017) vizsgálatában

A vadkár tényleges táblán belüli eloszlását tekintve szintén több vizsgálat is igazolta, hogy az esetek többségében a véletlenszerűtől eltér: heterogén, csoportosuló mintázatot mutat.

Az Amerikai Egyesült Államok (1993-as adatok alapján) kukoricatermesztésben élen járó 10 államában, elsősorban fehérfarkú szarvas és madarak (pl. csirőgefélék) által okozott károk esetében szignifikáns különbséget találtak a táblaszegélyben (a szélső 12 sor) és az attól távolabb eső táblarészek terméskiesése között. A különbség a gazdák által előzetesen vadkárnak kitettként ( $t = 3,80$ ;  $p = 0,001$ ) és az által nem veszélyeztetettként ( $t = 3,39$ ;  $p = 0,003$ ) megjelölt tábláknál egyaránt megjelent (WYWIALOWSKI 1996).

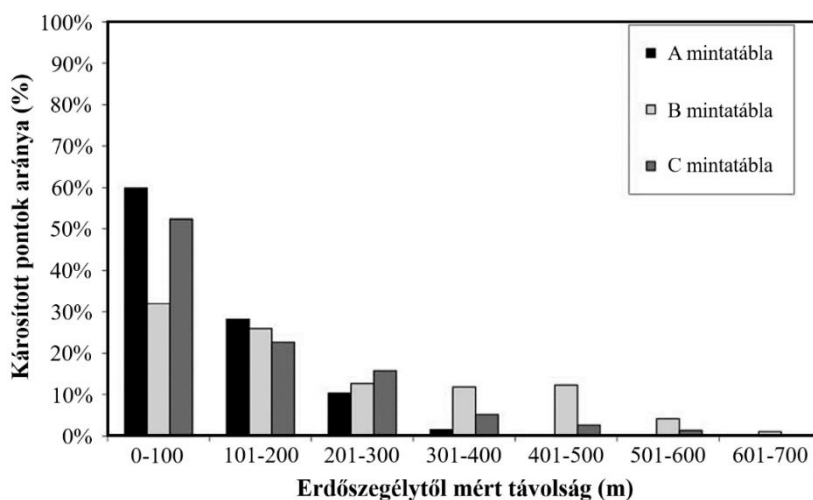
DEVAULT *et al.* (2007) az Amerikai Egyesült Államok Indiana államában, két egymást követő évben 53, ill. 47 kukoricatábla vad (elsősorban mosómedve és fehérfarkú szarvas) általi károsítását elemezték párhuzamos transzekt módszerrel (lásd **2.5.6. alfejezet**). A felkeresett táblákat három méretkategóriába (12 ha alatt, 12-24 ha, 24 ha felett) osztották be, de a pontos megoszlást nem adták meg. A károsított növények koordinátáit véletlenszerűen elhelyezett pontokkal vetették össze, így vizsgálva, hogy van-e különbség azok távolságában a különféle környező felszínborítási kategóriáktól. Eredményeik alapján a károsított pontok ( $n = 1.480$ ;  $\bar{x} = 122,6$  m;  $SE = 3,5$  m) a véletlenszerűen elhelyezetteknél ( $n = 1.316$ ;  $\bar{x} = 204,8$  m;  $SE = 4,5$  m) közelebb ( $p < 0,01$ ) helyezkedtek el az erdőszűlt foltokhoz. Ezzel ellentétben a beépített területektől távolabb ( $p < 0,05$ ) estek a károsítások ( $n = 1.480$ ;  $\bar{x} = 235,0$  m;  $SE = 4,2$  m), mint a random pontok ( $n = 1316$ ;  $\bar{x} = 218,9$  m;  $SE = 4,2$  m). A gyepes-bokros élőhelyektől mért távolság esetében nem volt különbség a véletlenszerű és a károsított pontok elhelyezkedésében. Ugyanebben a vizsgálatban szója esetében (60 táblán) is hasonló elemzést végeztek, mely során a kukoricánál tapasztaltakhoz többnyire hasonló eredményeket kaptak. Az erdőtől mért távolságok fő adatait a két növényfajnál a **6. ábra** mutatja.



6. ábra A vad által károsított és a véletlenszerűen elhelyezett pontok erdőtől mért távolsága DEVAULT *et al.* (2007) vizsgálatában

Látható, hogy a kukoricában észlelt károsítások fele a legközelebbi erdős területtől mért ~100 m-en belül volt, míg az attól legtávolabbi károsított növényeket ~260 m-re találták meg.

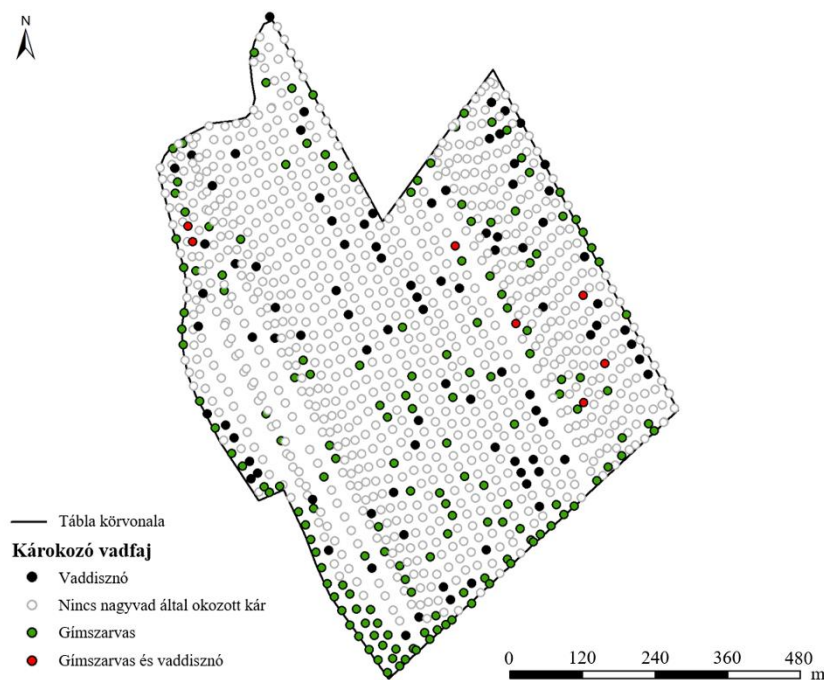
Egy hazai vizsgálatban, mely során az adatok feldolgozásában és az eredmények publikálásában (BLEIER *et al.* 2017b) vettem részt, két vizsgálati terület összesen három, főként gímszarvas és vaddisznó által károsított kukoricatábláján (Segesd A: 17 ha, Segesd B: 34 ha, Sükösd C: 93 ha) zajlott adatgyűjtés. Mintavételezés négy alkalommal (I.: vetéstől háromleveles állapotig, II.: hat-tizenkét leveles állapot, III.: tejes érés, IV: teljes érés, betakarítás előtt) történt. Ekkor a megfigyelők az A és B tábla minden 20., a C tábla minden 30. során végighaladva, 20 m-enként megállva, egy 1 m hosszúságú mérőbot mellett jegyezték fel az ott található ép és károsított kukoricánövények számát. Egyéb értékelések mellett a károsítás térbeli eloszlása is elemzésre került (7. ábra).



7. ábra A vad által károsított mintapontok eloszlása az erdőszegélytől mért távolság függvényében, BLEIER *et al.* (2017b) vizsgálatában

Azt találtuk, hogy a három táblán a károsított növényeket is tartalmazó mintapontok 70-99%-a az erdőszegélytől számított 300 m-es távolságon belülre esett, továbbá 700 m-es távolságon túl már nem volt észlelhető károsítás.

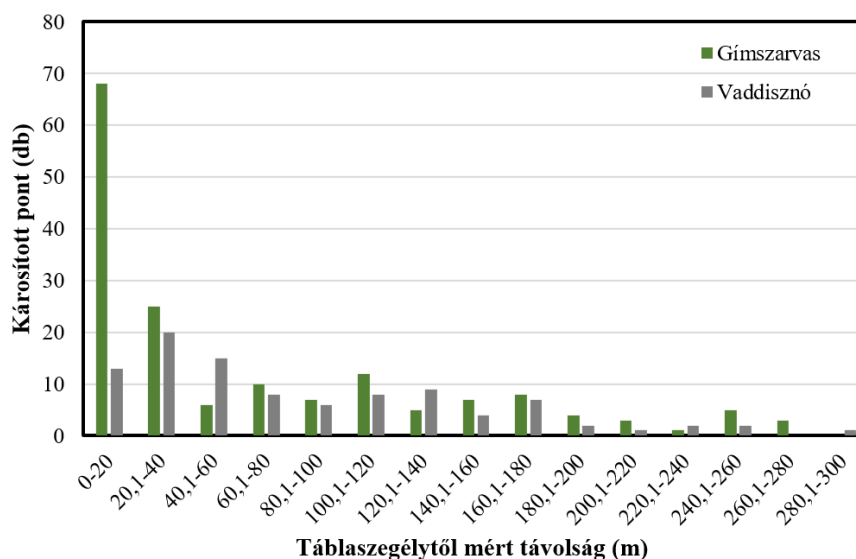
Süttö közelében egy 50,3 ha területű kukoricatáblán, betakarítás előtt gyűjtött adatok alapján, fajonként elkülönítve vizsgáltuk a vaddisznó és a gímszarvas által okozott kár térbeli mintázatát (KOVÁCS *et al.* 2020a). A táblát három oldalán szinte teljes hosszában erdőhöz csatlakozó fasorok és erdőszávok szegélyezték (ill. egy kisebb erdőtömbbel 250 m-es szakaszon határos volt), negyedik oldala pedig egy nagyobb, összefüggő erdőtömbtől 150-300 m-re feküdt. A mintavételezés alkalmával a tábla szélétől indulva, 15 soronként végighaladva, 30 lépésenként, egy 1 m hosszú mérőbot mellett került feljegyzésre a teljes növényi kínálat és a károsított növények száma. A tábla teljes károsítási aránya ez alapján 12,3% volt, ezen belül a kár 56,4%-át gímszarvas, 41,4%-át vaddisznó, 2,2%-át pedig egyéb faj okozta. A felkeresett mintapontok a táblaszéltől befelé haladva, 20 m szélességű zónákba kerültek besorolásra (a táblaszéltől mért legnagyobb távolságkategória 280,1 m és 300 m közé esett). A gímszarvas vagy vaddisznó (ill. mindkét faj) által károsított pontokat együtt kezelve jelentős mértékben csökkent a károsított mintapontok száma a táblaszéltől távolodva. A károsítás kiugróan magasnak mutatkozott a táblaszegélytől mért 0-20 m és 20,1-40 m zónákban (az összes károsított pont 31,8%-a az első, további 16,9%-a pedig a második sávba esett) azzal együtt, hogy a tábla belső területein is voltak nagyobb károsított foltok (**8. ábra**).



**8. ábra** A gímszarvas és vaddisznó által kukoricában okozott kár térbeli eloszlása (KOVÁCS *et al.* 2020a) vizsgálatában



A gímszarvas által károsított pontok száma a táblaszegélytől mért 0-20 m-es, majd a 20,1-40 m-es zónában volt a legmagasabb. Ugyan itt is megfigyelhető, hogy a tábla belső területein voltak kisebb-nagyobb károsított foltok, de a tábla belseje felé haladva csökkenő tendenciát mutatott a kár megjelenése. A vaddisznó általi károkozás esetében a táblaszéltől mért 20,1-40 m-es kategóriában volt a legmagasabb a károsított pontok száma, továbbá itt a tábla belseje felé haladva kisebb volt a visszaesés a gímszarvas által okozott károsításhoz képest. A 60,1 m és 180 m közti zónában minden sávban közel egyenletesen oszlott el a károkozás, majd 180,1-200 m-nél visszaesés volt tapasztalható a károsított pontok számában (9. ábra).



9. ábra A gímszarvas és vaddisznó által kukoricában okozott kár térbeli eloszlása KOVÁCS *et al.* (2020a) vizsgálatában

A két faj adatsorának alakulásában a Mann-Whitney U-teszt a mediánokat összehasonlítva szignifikáns különbséget adott a táblaszéltől mért távolságokat összehasonlítva ( $U = 5894,5$ ;  $p = 0,0002$ ). A Spearman-féle rangkorreláció szignifikáns, közepes erősségű kapcsolatot mutatott ki a távolságkategóriák eloszlásában ( $r = 0,7966$ ;  $p = 0,0004$ ). A két teszt látszólagosan ellentmondó eredménye azzal magyarázható, hogy alapvetően mindkét faj károsítása nagyobb mértékű a tábla széléhez közeli területen, ugyanakkor a szegélytől távolodva más görbét követ a gímszarvas és a vaddisznó károsítás-intenzitásának változása. Az egymáshoz legközelebb eső pontok átlagos távolságát egy hipotetikus – random eloszlásra utaló – értékhez viszonyító Average Nearest Neighbor vizsgálat eredménye alapján a gímszarvas és vaddisznó együttes károkozása véletlenszerű térbeli eloszlást mutatott ( $Z = -0,158263$ ;  $p = 0,874250$ ), míg a fajonként elkülönített eloszlás vaddisznó esetében szintén véletlenszerű ( $Z = -1,259809$ ;  $p = 0,207738$ ), a gímszarvasnál ezzel szemben csoportosuló ( $Z = -2,819222$ ;  $p = 0,004814$ ) volt.

## **2.5. A mezőgazdasági vadkárbecslés módszerei**

### **2.5.1. A térítendő vadkár mértékének megállapítása – statisztikai alapok**

A mezőgazdasági vadkár mértékének ismerete szükséges a probléma ökonómiai értékeléséhez, további fokozódásának előrejelzéséhez, így pedig a kezelés és védekezés megalapozásához is (ENGEMAN & STERNER 2002). Mindezek mellett a kompenzációs rendszerek egyik alapköve a mezőgazdasági vadkár térítendő összegének minél pontosabb meghatározása (NYHUS *et al.* 2003). Az erre alkalmazható számos megközelítés két nagy csoportba osztható, így létezik szubjektív (személyes tapasztalatokra, szemrevételezéssel nyert benyomásokra alapozó) és objektív (méréseken alapuló) szakértői tevékenység (VARGA & KÁSA 2011).

A szubjektív megközelítés a vadkárt vizsgáló szakértő által a korábbi munkái során gyűjtött tapasztalatokra épül. Az így meghatározott károsítási arány, ill. térítendő összeg valójában egy utólag nem ellenőrizhető vélelem (egy tényből egy másik tényre való következtetés útján a valószínűsített tényállás megállapítása). Ez a saccolással kialakított érték nem szolgáltathat biztos, védhető alapot a kártérítési eljárás során (ANONYMUS 2021). Azokban az esetekben, amikor a szubjektív vélekedés alapján készült jegyzőkönyv tartalmát megkérdőjelező fél egy napon belül másik szakértőt kér fel objektív vizsgálat elvégzésére, gyakran nagyságrendbeli eltérés is tapasztalható a két eredmény között (VARGA & KÁSA 2011). Ennek a megközelítésnek kizárólag akkor lehet létjogosultsága, ha a felek megegyeznek abban, hogy nem végeztetnek mintavételezést, helyette egy mindkettőjük bizalmát élvező szakértőt kérnek fel a térítendő összeg szemrevételezés útján történő megállapítására. Ebben az esetben az érintetteknek előzetesen nyilatkozniuk kell arról, hogy a szakértőt közösen bízták meg és az általa adott eredményt visszavonhatatlanul elfogadják (ANONYMUS 2021).

Az objektív módszerek a vadkárszakértő által mért, számszerű adatokra támaszkodnak (VARGA & KÁSA 2011), melyek segítségével a vad által károsított terület mérete, ill. a teljes területhez viszonyított aránya, továbbá a termés jellemzőinek (pl. terméshozam, felvásárlási ár, betakarítás körüli egyéb költségek) ismeretében a térítendő vadkárösszeg megállapítható. Az elméletben tökéletes módszer ehhez a teljes felmérés lenne, amely során az érintett terület egészét, ill. a növényállomány minden egyes példányát megvizsgálják. A mezőgazdasági területek mérete, a növényzet jellege, valamint a teljes felméréssel járó munka- és költségigény miatt a gyakorlatban igen ritkán lehet, ill. általában nem célszerű (ANONYMUS 2021) ilyen eljárást végezni – helyette a kár becslése lehet kézenfekvő megoldás. Becslésnek nevezzük egy sokaságra (jelen esetben a vizsgált táblán termesztett kultúrnövény állományára) jellemző mennyiség vagy hatás mintából történő meghatározását. A fogalmi tisztázást némileg nehezíti, hogy a magyar nyelvben a becslés

szó magát a folyamat végén kapott értéket is jelentheti, továbbá azt az eljárást is, amellyel a mintából kiszámítható az eredmény (REICZIGEL *et al.* 2010).

A becsléshez szükséges minta „begyűjtéséhez” elsőként a megfigyelési vagy mintavételi egységet kell meghatározni, amelyen a mérést vagy számlálást elvégezzük (REICZIGEL *et al.* 2010). A mezőgazdasági vadkárbecslés gyakorlatában a megfigyelési egység jellemzően egy több növényt tartalmazó mintapont/mintatér (ANONYMUS 2021), de (pl. gyümölcsösök esetében) lehet akár egyetlen növényegyed is. Maga a minta a ténylegesen megvizsgált megfigyelési egységek halmaza, az alapsokaságnak pedig egy részhalmaza (mivel az alapsokaságba minden egyes lehetséges megfigyelési egység beletartozik). A vizsgálat (pl. a vadkárbecslés) minden esetben a mintán (pl. felkeresett mintapontok adatain) alapul, de a teljes sokaságra (pl. egy kukoricatábla teljes növényállományára) irányul, amelyre eredményeinket és következtetéseinket vonatkoztatni szeretnénk. Mivel a sokaságot a minta képviseli, fontos, hogy jól tükrözze annak a vizsgálat szempontjából fontos tulajdonságait. Amennyiben ez teljesül, a mintát az adott tulajdonság szempontjából reprezentatívnak nevezhetjük. Előfordulhat, hogy egy csoport (pl. a vad által károsított növények) túl- vagy alulreprezentált a mintában, vagyis részaránya nagyobb vagy kisebb, mint a teljes sokaságban (REICZIGEL *et al.* 2010).

Különbéle lehetőségek állnak rendelkezésre azzal kapcsolatban, hogy a mintát hogyan választjuk ki a sokaságból. A legegyszerűbb eset a véletlen mintavétel, amikor az alapsokaság minden egyede (pl. egy kukoricatábla minden növénye) egyforma eséllyel kerülhet a mintába. A mintavétel lehet visszatevéses vagy visszatevés nélküli. Véges sokaságoknál (mint pl. egy kukoricatábla növényállománya) az utóbbi módszer természetesebb. Amennyiben az alapsokaságot valamilyen szempont (pl. az erdőszegélytől mért távolság) szerint csoportokra vagy ún. rétegekre bontjuk, majd ezekből a rétegekből külön-külön egyszerű véletlen mintákat veszünk, akkor rétegzett mintavételt végzünk. A gyakori véleményekkel ellentétben a véletlen mintavétel nem feltétlenül szolgáltat a lehető leginkább reprezentatív mintát. A módszer népszerűségének hátterében inkább az áll, hogy mivel az összes lehetséges minta egyforma valószínűséggel kerülhet „begyűjtésre”, a változékonyságból adódó bizonytalanság, ill. ingadozás matematikai eszközökkel kiszámítható. Ennek következtében a mintából számított bármely érték (pl. átlagos károsítási arány) eloszlása a valószínűségszámítás eszközeivel megadható (REICZIGEL *et al.* 2010). A véletlen mintavétel gyakorlati hátránya, hogy pl. vadkárbecslés során nagy mennyiségű, véletlenszerűen elhelyezkedő pont felkeresése észszerűtlenül sok idő és munka ráfordítását igényli (ANONYMUS 2021). A másik probléma, hogy a nem számítógép segítségével, véletlen pont generálással előre meghatározott, hanem a szakértő „érzése szerint” felkeresett pontoknál (VARGA 2010; KOPLÁNYI 2012) kétségek merülhetnek fel a véletlenszerűség valóságát illetően (pl. a

mintapontok elhelyezkedését befolyásolhatja akár a fáradtság vagy a túl hosszan egy irányba történő gyaloglás megunása is).

Az említett okoknál fogva a vadkárbecslés során indokolt a szabályos, szisztematikus mintavétel, mely során csak az első mintavételi egységet választják ki, ill. helyezik el véletlenszerűen, majd a többit meghatározott intervallumok kihagyásával (pl. állandó térbeli eltolással) jelölik ki (REICZIGEL *et al.* 2010).

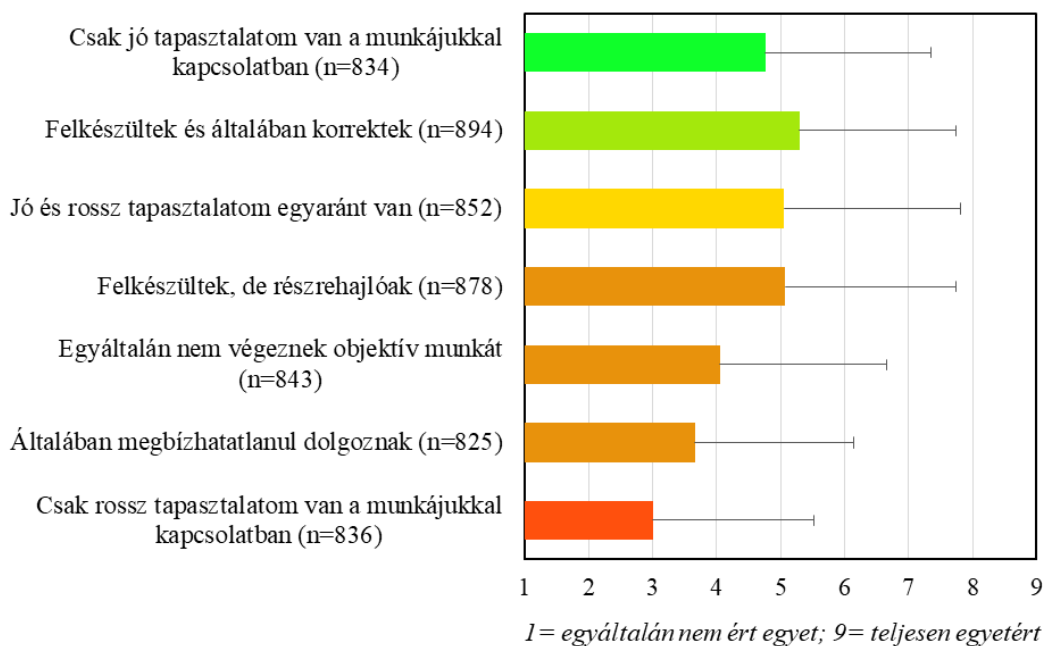
A becslés eredményét tekintve pont- és intervallumbecslésről beszélhetünk. Míg az előbbi esetben az eredmény egyetlen szám, addig az utóbbinál egy értéktartomány, amely a megbecsülni kívánt paramétert valamekkora (pl. 95%) megbízhatósággal (konfidenciaszint) lefedti (REICZIGEL *et al.* 2010). Mivel a vadkárbecslés célja végső soron a kompenzáció összegének meghatározása, ott mindenképp pontbecslésre van szükség, hiszen a vadászatra jogosultat pénzüsszeg-intervallum fizetésére kötelezni nem lenne értelmezhető.

A becslések másik fontos paramétere a mintaelemszám. A jó becslési módszerek alapvető ismérve, hogy a minta nagyságát növelve a torzításuk csökken, pontosságuk pedig növekszik. Ezt konzisztenciának nevezzük, ami azt követeli meg, hogy a mintanagyság növelésével a becslt és a valós érték közti nagy eltérések előfordulása egyre kisebb valószínűségű legyen (REICZIGEL *et al.* 2010). Ezzel együtt a vadkárbecslés során épp az az elvárás, hogy minél kevesebb befektetéssel minél jobb becslési eredményt érjünk el, hiszen a költséghatékonyaság csak így biztosítható. Éppen ezért a saját vizsgálataimban az egyes módszereket több különböző mintaelemszámmal teszteltem, hogy kiderüljön, mely esetekben nem növekszik már a pontosság és torzítatlanság olyan mértékben, hogy még megmarad a nagyobb munka- és időráfordításnak köszönhető előny.

### **2.5.2. A térítendő vadkár mértékének megállapítása – gazdálkodói tapasztalatok**

A **2.1. alfejezet**ben említett kérdőíves felmérés kitöltőinek közel negyede (24,9%, míg a „legvadkárosabb” 5 megyénél már több, mint harmaduk, 34,6%) jelezte, hogy vadkárügyei során a vadászatra jogosult és a földhasználó között a felek által felkért vagy a jegyző által kirendelt szakértő közreműködése nyomán megegyezés született a térítendő kárösszeg kapcsán. További 6,5% (a „legvadkárosabb” 5 megyénél 7,9%) számolt be arról, hogy ez a kirendelt szakértő ténykedése nyomán sem történt meg, az ügyek pedig bírósági perként folytatódtak. Ezt összegezve tehát az eljárások közel harmadában (a „legvadkárosabb” megyékre szűkítve 42,5%-ában) szerepet kaptak vadkárszakértők, akikre nagy felelősség hárult, azonban számos esetben nem tudták feloldani az érintettek konfliktusát (CSÁNYI *et al.* 2016b).

A kitöltőket megkértük, hogy 1-től 9-ig terjedő skálán adják meg, mennyire értenek egyet a vadkárszakértők munkáját jellemző, különféle állításokkal (**10. ábra**).



10. ábra A SZIE VMI – NAK kérdőív válaszadóinak véleménye ( $\bar{x} + s$ ) a vadkárszakértők tevékenységével kapcsolatban (országos összesítés) [CSÁNYI *et al.* (2016b) nyomán]

Ebből megállapítható, hogy nem helytálló az esetlegesen negatív felhangú általánosítás, mert az átlagos értékek többnyire középben, a semleges zónában helyezkedtek el. Annak ellenére, hogy természetesen voltak kivételek, a negatív állításokkal a válaszadók inkább nem értettek egyet, ezekben az esetekben a válaszok módusza jellemzően 1 volt. A pozitív állítások esetében ezzel szemben a módusz rendre 5 volt, tehát kevésbé voltak hajlandók ráerősíteni a pozitív véleményekre úgy, ahogyan hajlandók voltak cáfolni a negatív állításokat. Az egyes megyék vadkárrel való érintettségét szem előtt tartó bontásban ezzel lényegében megegyező eredményeket kaptunk (CSÁNYI *et al.* 2016b).

Azzal az állítással, hogy a kitöltő által ismert szakértő „csak nézelődik a területen, aztán pedig közli, hogy szerinte mennyi a kár”, 1 és 9 közti skálán átlagosan 4,2-nek megfelelő mértékben ( $s = 2,9$ ), míg azzal, hogy „a kárbecslési módszert érthetően elmagyarázza és úgy vélem, hogy az jó is”, 5,4-es átlaggal ( $s = 2,7$ ) értettek egyet. A módusz a két válasz esetében 1, ill. 5 volt – itt is elmondható, hogy nagyobb hajlandóság mutatkozott a negatív vélemény cáfolatára, mint a pozitív kijelentés megerősítésére (CSÁNYI *et al.* 2016b).

A vadkár rendezése során a teljes válaszadói kör 15,3%-ánál fordult már elő, hogy nem fogadta el a kárbecslés eredményét, ezért másik szakértőt is felkért a munka elvégzésére. A területi különbségeket tovább erősíti, hogy az öt „legvadkárosabb” megye esetében ez az arány 28,9%, míg a három legkevésbé érintett esetében mindössze 7,4% volt (CSÁNYI *et al.* 2016b).

KLÁTYIK (2003), ill. VARGA & KÁSA (2011) szerint a szakértő fő feladata, hogy a felek befolyásától függetlenül, szakvéleményben állapítsa meg a kár mértékét, valamint a vadkártérítés összegét. Ennek ellenére a másik szakértő felkérésének indoka leggyakrabban (42,9%) az volt,

hogy a földhasználó szerint a szakértő a vadászatra jogosult javára való elfogultság miatt szándékosan a valósnál kisebb mértékű károsítást állapított meg, majd ezt követte (19,5%) a mintavételezés helyett pusztá szemrevételezés alkalmazása (**6. melléklet**).

A vadkárnak leginkább kitett megyéknél ugyanezt a sorrendet kaptuk (bár a szemrevételezés indoka lecsökkent 11,9%-os részesedésre), míg a legkevésbé érintetteknél már megfordult (szubjektív megközelítés: 35,7%; elfogultság: 32,1%) (CSÁNYI *et al.* 2016b).

Azt, hogy a vadkárszakértők tudományosan ellenőrzött módszereket alkalmazzanak, a válaszadók 67,8%-a tartotta fontosnak. E csoporton belül ugyanakkor 35,5% kifejezetten csak akkor választaná ezt, ha nem jár magasabb szakértői díj kifizetésével. Jelentős (21,8%) az a válaszadói réteg is, aki úgy vélte, hogy nincs szükség tudományosan ellenőrzött módszerek alkalmazására, mert a kár szemrevételezéssel is megfelelően megállapítható (**7. melléklet**) (CSÁNYI *et al.* 2016b).

Annak érdekében, hogy a mezőgazdaságban a vad által okozott terményveszteség mennyiségének, a károsodott terület nagyságának, valamint a károk pénzübeli értékének meghatározása országosan minél inkább egységes módszerekkel történjen, BLEIER *et al.* (2018) elkészítettek egy vadkárfelmérési útmutató-tervezetet. Az Egységes Mezőgazdasági Vadkárfelmérési Útmutató bevezetésének célja, hogy a vadkárok felmérési eredményei a mezőgazdálkodó és a vadgazdálkodó számára is áttekinthetőek és ellenőrizhetőek legyenek, a vadkárszakértő pedig megalapozottan tudjon arra hivatkozni, hogy munkáját milyen elveket követve végezte. Ezeken túl egy egységes rendszer biztosíthatja, hogy szükség esetén az egyazon területen, de különböző szakértők által végzett mérések eredményei módszertani alapon összehasonlíthatóak legyenek. Az útmutató-tervezet lefekteti az attól való eltérés lehetőségének alapját is, ami a tudományosan megalapozott, a dokumentumban megfogalmazott módszertani minimumnak maradéktalanul megfelelő becslési eljárás használatát jelenti.

### **2.5.3. A mintateres vagy kvadrátos mintavételezési módszer**

A hazai gyakorlatban – az objektív megközelítést választó szakértők körében – talán leginkább elterjedt vadkárbecslési módszer a termésbecslésből ered (SIMON 1974; KLÁTYIK 2003), és meghatározott méretű téglalapokon belül felvett adatokon [tőszám, károsított növények száma, kárt okozó vadfaj (VÖLGYI 2002; VARGA & KÁSA 2011)] alapul.

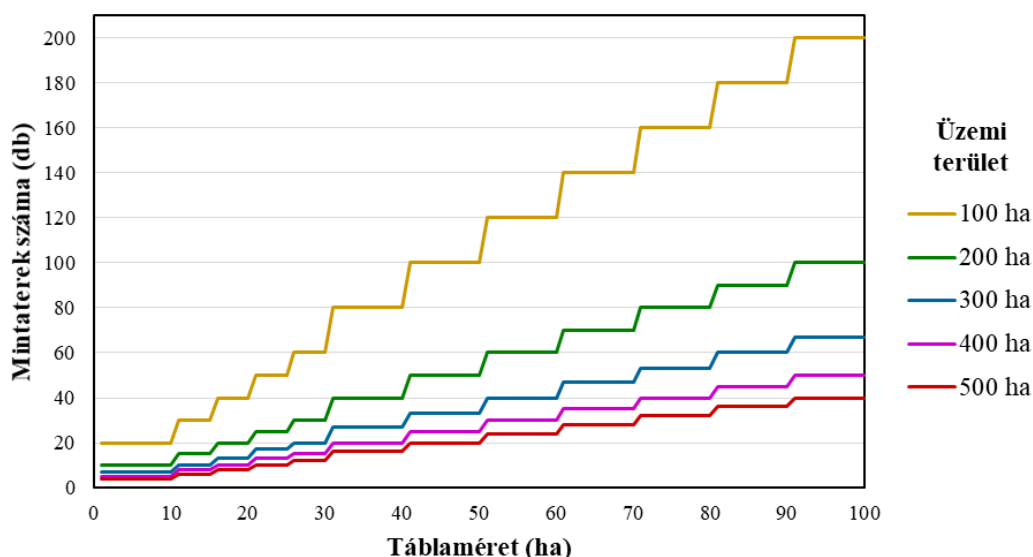
A kvadrátok mérete széles sortávú növények esetében 0,001 ha, azaz 10 m<sup>2</sup>. Ilyen kultúrákban vonalasan jelölik ki őket, amivel olyan téglalap alakú területek keletkeznek, melyek szélessége pontosan egy sortávolságnyi, középvonalában pedig egy növénytörzs egy szakasza található. Hosszúságuk ( $l$ ) a sortávolságot ( $w$ ) ismerve a következő képlettel számítható ki:

$$l = \frac{10 \text{ m}^2}{w}$$

A mintateres vadkárbecslés sűrű sortávú növényeknél is alkalmazható, ilyenkor 1 m<sup>2</sup> területű mintatereket jelölnek ki négyzet alakú keretléccel vagy mintavételi körzővel (VÖLGYI 2002; VARGA & KÁSA 2011; ANONYMUS 2021).

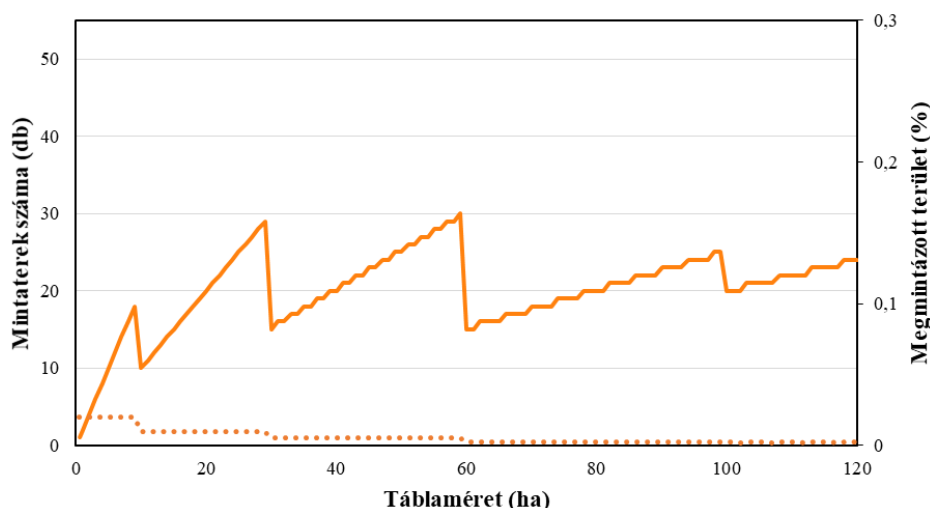
A mintaterék számát a felméréendő tábla területe határozza meg. SIMON (1974) ajánlása alapján 5 ha-os táblaméretig 10 db, míg 5 ha felett a tábla területének ha-ban kifejezett értéke kétszeresével egyenlő mintaszámot (pl. 40 ha-on 80 db) kell alkalmazni.

A mintaelemszám meghatározásához KLÁTYIK (2003) gabonafélék esetében nem önmagában a táblaméretet veszi figyelembe, hanem KOVÁTS & RAGASITS (1981) alapján a növény adott területen művelt teljes üzemi területét is. Utóbbi növekedésével az adott táblaméretre érvényes mintatér szám csökken (**11. ábra**). A teljes referenciatáblázat a **8. melléklet**ben található.



**11. ábra** A mintaterék számának alakulása gabonafélék esetében, (KOVÁTS & RAGASITS 1981), ill. (KLÁTYIK 2003) adatai alapján

VÖLGYI (2002) szintén sűrű sortávra adja meg a mintaterék táblamérettől függő mennyiségét a következőképpen: 10 ha alatt 0,5 ha-onként, 10 és 30 ha között 1 ha-onként, 30 és 60 ha között 2 ha-onként, 60 és 100 ha között 4 ha-onként, 100 ha felett pedig 5 ha-onként ajánlott egy mintateret kijelölni. E mintaszámokat részletesen vizsgálva (**12. ábra**) látható, hogy ez a beosztás következtelen, mivel az egyes határértékeknél az érték visszaesik a kisebb táblánál használatos mintaszámokra. A mintaterék összesített területének aránya a teljes területhez viszonyítva ebben a rendszerben 0,5 ha-os táblaméretnél 0,02%, 120 ha-os táblaméretig pedig 0,002%-ra csökken.



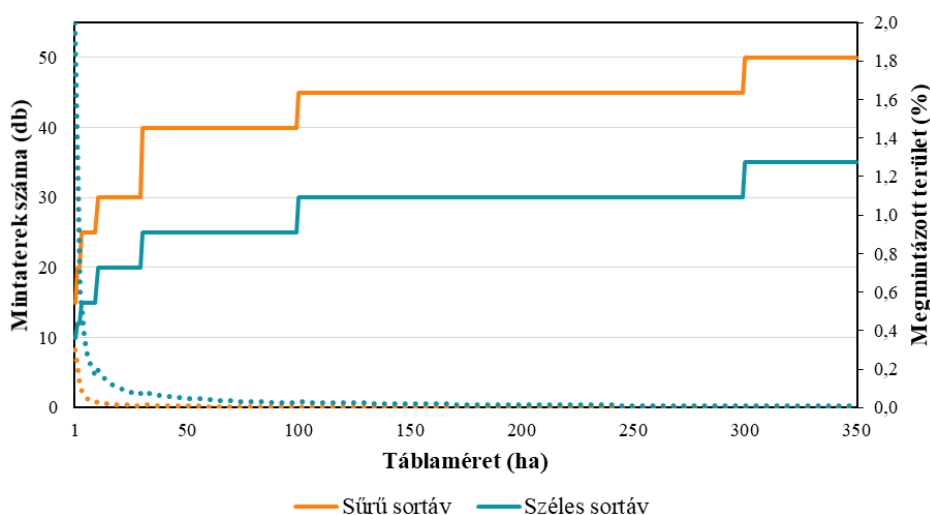
**12. ábra** A mintaterek száma és a mintavételi arány gabonafélék esetében, (VÖLGYI 2002) adatai alapján

A mintaterek minimális száma KIRÁLY & MAROSÁN (2016), valamint ANONYMUS (2021) szerint az **1. táblázat**nak megfelelően alakul.

**1. táblázat** A mintaterek minimális számának alakulása KIRÁLY & MAROSÁN (2016), ill. ANONYMUS (2021) adatai alapján

Táblaméret (ha)	Sűrű sortáv (db)	Széles sortáv (db)
< 1	15	10
1,00-2,99	20	12
3,00-9,99	25	15
10,00-29,99	30	20
30,00-99,99	40	25
100,000-299,99	45	30
300,00 ≤	50	35

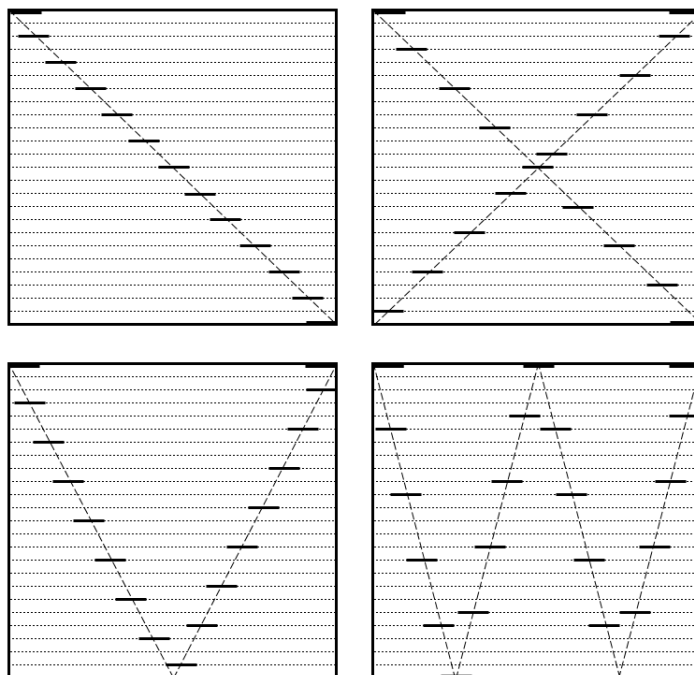
Ennek megfelelően a mintavételi arány sűrű sortáv esetén 0,5 ha táblaméret mellett 0,3%, 120 ha-nál 0,004%, míg 300 ha-nál 0,002%. Ugyanez az érték széles sortáv mellett, azonos táblaméreteknél rendre 2,0%, majd 0,025%, ill. 0,017% (**13. ábra**).



**13. ábra** A mintatér szám és a mintavételi arány KIRÁLY & MAROSÁN (2016), ill. ANONYMUS (2021) adatai alapján



A mintaterék kijelölése VÖLGYI (2002) szerint – a sortávolságtól függetlenül – történhet a tábla egy vagy két átlójának (X) mentén, ill. V vagy W alakú nyomvonalon is (**14. ábra**). A korábban említett útmutatóban (ANONYMUS 2021) – szintén sortávolságtól függetlenül – a V, W és X útvonalak szerepelnek. KIRÁLY & MAROSÁN (2016) az egy átlós útvonalat olyan esetekre javasolja, ahol a tábla hosszúsága a szélességének legalább ötszöröse. Sűrű sortávú növények esetében VARGA & KÁSA (2011) csak a V és W alakú elhelyezést említi (utóbbiról indoklás nélkül kijelentik, hogy a becslés pontosságát javítja), míg széles sortávú kultúráknál csak a V és a dupla átlós (X) elrendezést mutatja be.

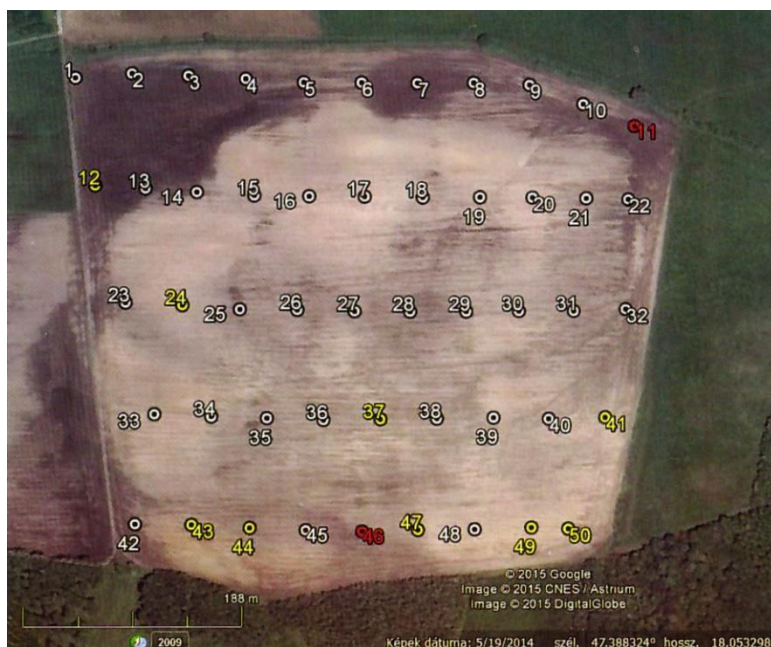


**14. ábra** A bejárando útvonal és a mintaterék elrendezésének vázlata [VÖLGYI (2002), ill. VARGA & KÁSA (2011) nyomán]

A mintaterék optimális számának és térbeli elrendezésének meghatározását kísérte meg KIRÁLY & MAROSÁN (2016) egy 25 ha területű, egyik oldalán erdővel határos kukoricatáblán gyűjtött adatok alapján. A táblán 50 db 0,001 ha-os mintateret jelöltek ki úgy, hogy azok egymástól soron belül 50 m-re, sorokra merőlegesen pedig 100 m-re estek (**15. ábra**). A mintateréken belül az összes növény és a károsított növények számát jegyezték fel.

A mintaszámmal kapcsolatos elemzés során a mintateréket egyenként elvonták úgy, hogy a rácsháló alakzata a lehető leginkább megmaradjon (nem tisztázták, hogy az alacsonyabb mintaszámok esetén ezt hogyan kiviteleztek). A becslési eredményre vonatkozóan „gyakorlati szakmai tapasztalat alapján” 20%-os relatív hibánál állapították meg azt a küszöbértéket, amin belül az elfogadható. Ezt a relatív hibát egyébiránt az 50 db mintateret alapján számított kárárányhoz viszonyítva adták meg, mivel a valós értéket nem ismerték. A relatív hiba addig maradt a 20%-os határon belül, amíg 19 db mintateret adataiból számították ki a károsítási arányt, annál kisebb

mintaszámok mellett már átlépte a küszöbértéket. A szerzők nem utalnak arra, hogy ismétléseket végeztek volna, holott – elsősorban a kisebb számú elvont mintateretek esetében – számos lehetőség adott arra, hogy épp melyik mintatér adatait hagyják ki a számításból, ez pedig könnyedén befolyásolhatta az eredményeket (különösen, mivel felhívják a figyelmet, hogy a károsítási arány szempontjából heterogén volt a minta).



**15. ábra** A mintateretek elhelyezkedése KIRÁLY & MAROSÁN (2016) vizsgálatában (károsítási arányok:  $\bar{x}_{\text{fehér}} = 4,8\%$ ;  $\bar{x}_{\text{sárga}} = 19,6\%$ ;  $\bar{x}_{\text{piros}} = 67,6\%$ )

A mintateretek elrendezésének hatását ugyanebből az 50 db mintatérből származó adatokkal vizsgálták, összesen 43 beállítással. Ebből 20 esetben ( $n = 10$  és  $n = 20$ , 10-10 ismétléssel) véletlenszerűen választottak ki mintatereteket a rácshálóból. A fennmaradó 23 elrendezés közt megtalálható volt az X, a V és a W nyomvonalú forma, ill. bizonyos párhuzamos útvonalú kijelölések is, melyeket nem részleteztek. A meghatározott nyomvonalú elrendezésekhez szintén a rácshálóból válogattak le olyan mintatereteket, amelyek közel estek az elméleti útvonalhoz. Ezek alapján tehát az általuk véletlenként feltüntetett mintavétel valójában csak a rácshálón belüli random kiválasztást takarta, a különböző nyomvonalak esetében pedig egy azokhoz hasonló fekvésű mintatér-készlettel dolgoztak. Eredményeik alapján összesen 4 db mintatér-elrendezés (X, V, ill. vízszintesen és függőlegesen tájolt W) biztosított legfeljebb 20%-os relatív hibával jellemezhető becslést.

A vizsgálat említett gyengeségei mellett a szerzők nem tértek ki arra, hogy a mintaszámmal és a mintatér-elrendezéssel kapcsolatos eredményeik együtt nem értelmezhetők, hiszen a 19-es optimális mintaszámhoz vezető mintavételezés – az azonos táblától és mintaterektől eltekintve – független volt a térbeli elrendezéssel kapcsolatos elemzésektől (a négy ajánlott elrendezés

esetében nem is közlik a mintaszámokat). Ezeken túlmenően nem tartom megalapozottnak, hogy részben ezekből az eredményekből következtetnek sűrű és széles sortávú, 1 ha-tól 300 ha-ig terjedő táblaméretű kultúrák ajánlott mintaszámaira úgy, hogy figyelmen kívül hagyják a tábla méretének, alakjának, valamint eltérő közvetlen környezetének potenciális hatását.

Az előzőekben bemutatott mintateres becsléshez némileg hasonló módszert ENGEMAN & STERNER (2002) kukoricában jelentkező vadkár becslése során vizsgált. Esetükben nem a sortávolság alapján, 0,001 ha mintater-területhez kiszámított, hanem 5 m hosszúságú és egy, ill. két sor szélességű kvadrátok jelentették a mintatereteket. Ezeket sorpáronként kijelölt véletlen pontokon helyezték el, a mintatereteken 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 (a tanulmány részletesebb ismertetése a **2.5.5. alfejezetben** található).

Szintén ehhez a módszercsoportozáshoz kapcsolódik, hogy KIRÁLY & MAROSÁN (2016) leírása alapján sűrű sortávú kultúráknál mintavételi egységként alkalmazható 10 m-es sorszakasz, vagy – a vadkárbecsléssel egyidejűleg végzett termésbecslés végrehajtásához – 1 m-es sorszakasz is.

#### **2.5.4. A pontrácsos mintavételezési módszer**

A pontrácsos mintavételezési eljárást elsősorban kukoricában végzett vizsgálatok (BLEIER 2014) céljára dolgozták ki a SZIE Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszékén [VARGA & KÁSA (2011) „gödöllői” módszerként utal rá]. Az adatgyűjtés során megadott soronként (pl. minden 20. vagy 30. sorban) és bizonyos távolságonként (pl. 20 m vagy 30 m) megállva egy 1 m hosszúságú mérőbot mellett felveszik a növényi kínálatot (db), a károsított növények számát (db), valamint feljegyzik a kárformát. A bejárt útvonalon folyamatosan rögzítik az egyes vadfajok nyomainak, hullatékcsomóinak és ürülékeinek számát. A hullatéksűrűséggel a területhasználat intenzitását jellemzik, amely eredményeink (BLEIER *et al.* 2017b) alapján pozitív kapcsolatban áll a gímszarvas és a vaddisznó okozta kár mértékével. Ahol károsított növény is található, GPS készülékkel a mintapont koordinátáit is rögzítik, hogy a feldolgozás során a vadkár térbeli mintázata is elemezhető legyen.

VARGA (2010) a pontrácsos és a 0,001 ha területű kvadrátokat használó mintateres módszert vetette össze egy 5 ha területű kukoricatáblán. A két különböző mintavételezéssel kapott eredmények között jelentős különbség mutatkozott: a mintateres 4,7%-os károsítási arányt becsült, míg a pontrácsos ennek több, mint kétszeresét (9,6%-ot). KOPLÁNYI (2012) ugyanazon a táblán elvégzett vizsgálatában a mintateres becslés (a korábbihoz hasonlóan dupla átlós elrendezéssel) 9,0%-os, a pontrácsos (10 soronként és 10 lépésenként megállva) pedig 13,4%-os kárárányt adott

eredményül, tehát mindkét esetben a pontrácsos módszer becsült magasabb káránynt. A tényleges értéket egyik szerző (VARGA 2010; KOPLÁNYI 2012) sem ismerte, így a becslések torzítását nem tudták értékelni.

#### 2.5.5. A *variable area transect (VAT) mintavételezési módszer*

A biológia területén végzett vizsgálatok gyakran igénylik helyváltoztató mozgást nem végző csoportok (pl. növényközösségek, tengerparti madarak fészkei) sűrűségének megállapítását. Erre a becslések két csoportja a leginkább alkalmas: a kvadrátokkal végzett munka jól ismert, míg a rögzített mintavételezési terület nélkül, pusztán távolságmérésekkel dolgozó mintavételezések (*plotless density estimator*, PDE) kisebb figyelmet kapnak (PARKER 1979; ENGEMAN *et al.* 1994; DOBROWSKI & MURPHY 2006).

A PDE módszerek lehetőségeit elsőként COTTAM (1947) mutatta be, azokat a kvadrátok korlátainak átlépése és az emberi munkabefektetés mérséklése érdekében fejlesztették ki. Esetükben elhagyható a fix mintavételi pontok elhelyezésének tervezése, a távolságmérés pedig bizonyos körülmények között igen gyorsan kivitelezhető. Az egységnyi területre jutó objektumok számát mérő kvadrátokkal ellentétben a PDE módszerek az egy objektumra jutó átlagos szabad területet becslik. Az objektumok közti átlagos távolság segítségével azok sűrűsége is kiszámítható (COTTAM & CURTIS 1956).

A PDE módszerek problémája, hogy a sűrűségbecslés pontossága függ a mintaelemszámtól és a távolságméréssel elérendő objektumok számától ( $r$ ), továbbá általánosságban érzékenyek a véletlenszerűtől eltérő térbeli eloszlásra (DIGGLE 1975; ENGEMAN *et al.* 1994).

A PARKER (1979) által kidolgozott *variable area transect (VAT)* mintavételezés a PDE és a kvadrátos módszerek egyfajta kombinációjaként írható le (ENGEMAN *et al.* 1994). A megfigyelő  $n$  db véletlenszerűen kiválasztott kezdőpontból kiindulva állandó ( $w$ ) szélességű sávtranszektben mozog az  $r$ -edik számú objektum eléréséig. Ily módon az  $r$ -edik objektum helye a transzekt végét is meghatározza. A sűrűség számításakor az egyes kezdőpontoktól az  $r$ -edik egyedekig mért távolságokat összegzik ( $\sum d_i$ ). A fenti értékek használatával az objektumok egységnyi területre jutó sűrűségét ( $D$ ) PARKER (1979) a következő formulával adta meg:

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

ENGEMAN *et al.* (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 becslés hibája növekedett, de az  $n$  és  $r$  értékek növelésével a módszerek teljesítménye javult (bár az  $r$

növelésével a kereséssel töltendő idő is megnő, amivel a PDE módszerek egyik lényeges előnye, a gyors munkavégzés veszik el). Összegzőként kijelentették, hogy a VAT az egynél több objektum megkeresését igénylő PDE módszerek közül a legegyszerűbben alkalmazható.

Később ENGEMAN & SUGIHARA (1998) az  $r$  érték optimalizálására végzett számítógépes szimulációt. Emellett egy MORISITA (1957) által leírt sűrűségbecslési egyenletet is teszteltek, amely az elképzelés szerint a csoportosuló populációk mintázásakor fellépő torzítást volt hivatott mérsékelni. Négy-négy térbeli mintázat, mintaelemszám és populációsűrűség 64 kombinációját vonták vizsgálat alá. Eredményeik szerint az  $r$  érték 3-ról 4-re való emelése jelenti a legnagyobb lépést a becslés minőségének javításában, 6 felett pedig értelmét veszti a többletbefektetés. MORISITA (1957) képlete következetesen nagyobb sűrűséget becsült a PARKER (1979) által leírtánál.

ENGEMAN & STERNER (2002) kukoricában jelentkező vadkár becslése során hasonlította össze a VAT mintavételezést egy kvadrátos módszerrel. Egy  $25 \times 100$  m alapterületű, 76 cm sortávolságú kukoricatáblán végeztek teljes számlálást a növényi kínálatra és a károsított egyedekre egyaránt. Minden sorpár mentén kiválasztottak egy véletlen kezdőpontot, ahonnan az 5 m hosszúságú és egy, ill. két sor szélességű kvadrátok, valamint a VAT mérések is kiindultak (minden becslés  $n = 17$  mintaelemszámmal dolgozott). A VAT esetében 3 és 6 közti  $r$  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 16 VAT) becslést vetettek össze a valós kársűrűséggel. Az összehasonlítás alapja a relatív torzítás (*relative bias*, RB) volt, ami a becsült és a valós sűrűség különbsége a valós értékhez viszonyítva. Az eredményeket tekintve 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, negyedik, ill. ötödik károsított növényig mérő becslés mindössze -1,1, ill. 1,3%-os relatív hibával közelített a valós értékhez. Az egy növény soros transzekt csak  $r = 3$  esetén volt pontosabb (3,9%-os hibával). A MORISITA (1957) formulájával kiszámított összes érték legalább 14,4%-kal túlbecsülte a kárt.

ENGEMAN *et al.* (2002)  $55,2 \times 132$  m területű, 70 soros, szarvasfélék által károsított káposztaföldön végezték el a kínálat és a károsítás teljes számlálását, majd légi fotók elemzésével (WISCONSIN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES 1998) és a VAT módszerrel értékelték a károsítást (termésbecsléssel kiegészítve). A VAT esetében a tábla minden – a sorok alapján 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 1.265 db volt. A légi fotós módszer 1.300 db-ot, 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. Javaslataink szerint a transzekt szélességét ( $w$ ) sorokban elhelyezkedő növényeknél célszerű mindkét megfigyelhető sorra kiterjeszteni, a károsított növényeket pedig az  $r$  érték tekintetében mindkét sorban szimultán módon figyelembe venni.

ENGEMAN *et al.* (2005) kutatásukban 17 db, teljes számlálással feltérképezett populáció [pl. gyurgyalag (*Merops apiaster*) fészeküregek, jelölt koalák (*Phascolarctos cinereus*) által használt fák, kistrágyaszálók üregei, ill. károsítása rizsben és cukornádban stb.] adatait használták fel. Tanulmányuk elsősorban az alkalmazott  $r$  érték, mintaelemszám ( $n$ ) és sáv szélesség ( $w$ ) hatását vizsgálta. Az értékelés szerint az optimális  $r$  érték 5 és 7 között adódott. A leghatékonyabb mintaszám  $n > 20$  volt, az  $n$  értékének 40 fölé emelésekor pedig a becslés minőségére gyakorolt pozitív hatás jelentősen redukálódott. A sáv szélesség ( $w$ ) a becslés minőségét legnagyobb mértékben befolyásoló tervezési tényezőnek bizonyult, az ajánlás szerint a terepi vizsgálatokban a lehető legnagyobb sáv szélességgel érdemes dolgozni.

NATH *et al.* (2010) két kávéültetvényben és egy erdőben hasonlították össze a fix területű kvadrátos és a VAT módszer alkalmazását. Ezt szimulációs tesztekkel is kiegészítették, ahol különböző térbeli mintázatokat és egyedsűrűségeket vizsgáltak. A szimulációban véletlenszerű térbeli eloszlás mellett mindkét mintavételezés egyaránt jól teljesített, sűrűsödőnél mindkettő pozitív relatív hibával, míg szabályosnál a VAT módszer negatív relatív hibával 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.

A fentiek alapján belátható, hogy a VAT módszertől nem feltétlenül várható nagy sikerű alkalmazás a szántóföldi vadkárbecslés során (a tábla teljes növényességét külön meg kell becsülni hozzá, valamint a vadkár véletlenszerűtől eltérő térbeli eloszlása valószínűleg nem kedvez a becslésnek), azonban tesztelésre mindenképp alkalmasnak tartom.

#### **2.5.6. A párhuzamos transzekt mintavételezési módszer**

A DEVAULT *et al.* (2007) és RETAMOSA *et al.* (2008) tanulmányában szereplő mintavételi módszert kutatási célra alkalmazták szójában és kukoricában. A bejárat út vonal két szélső szakaszát a vetett sorokkal párhuzamosan, a táblaszegélytől mért 1-15 m-es sávon belül véletlenszerűen jelölték ki (négyzetektől eltérő alakú táblán kiválasztották a leginkább megfelelő, a tábla teljes hosszán és a sorokkal párhuzamosan végighaladó szegélyt). A nyomvonal a tábla végén vetett keresztsorokra fordulva folytatódott. A táblabelsőben egyenlő távolságokra további vonalakat

jelöltek ki a következők szerint: 12 ha alatt 2 db, 12 ha és 24 ha között 4 db, 24 ha felett 6 db. A károsított növényeket a két oldalon szimultán módon számolták, a transzekt szélességét pedig a növények magassága határozta meg, mivel nem kötötték sorhoz a megfigyelést. A kukorica esetében a gyakorlatban ez azt jelentette, hogy amíg alacsonyabbak voltak a növények, a károsított növények nyomvonalától mért távolsága átlagosan mintegy két sornak felelt meg ( $\bar{x} = 1,6$  m;  $SD = 2,19$  m), míg a reprodukciós periódusban már csak egynek ( $\bar{x} = 0,6$  m;  $SD = 1,0$  m). A mintavételezés során feljegyezték a károsított növények számát, a károsító vadfajt és a növény károsodásának mértékét. Minden helyszínen, ahol károsítást találtak, GPS koordinátákat is rögzítettek (az ott lévő károsított növények számától függetlenül).

Ez a módszertan a szerzők szerint kár térbeli eloszlásának vizsgálatához elegendőnek bizonyult, azonban a térítendő összeg meghatározásához valószínűleg változatlan formában nem lenne megfelelő. Két soron szimultán zajló teljes növény számlálás és a károsítások vizsgálata valószínűleg még a fenti transzekt számmal is jelentős munkaidő ráfordítását igényelné, azonban a térinformatikai szimulációk előnyeit kihasználva – a transzektbe eső teljes növényi kínálat számolásával kiegészítve – tesztelésre alkalmasnak tartom.

#### **2.5.7. A légi felvételekre alapozott vadkárbecslés**

A mezőgazdaságban egyre elterjedtebb a távolról (jellemzően a levegőből) történő adatgyűjtés, és az így nyert információk felhasználása (pl. termésbecslés, gyomosodás észlelése vagy az öntözés vezérlése céljából), vagyis a távérzékelés alkalmazása (WEISS *et al.* 2020).

A távérzékelés során általában elektromágneses hullámok közvetítésével kapunk egységes adatrendszert, leggyakrabban a földfelszínről (BÁCSATYAI & MÁRKUS 2001). Az eljárás nagy előnye, hogy nem kell közvetlen kapcsolatba lépni a vizsgált objektumokkal (VERŐNÉ WOJTASZEK 2010). A távérzékelés fogalmába az adatok kiértékelése, tehát a fotogrammetria, ill. a fotóinterpretáció (fényképtelmezés) is beletartozik. Előbbi mennyiségi információszerzés, mely során az objektumok alakját, méreteit és helyét határozzuk meg fényképek alapján. A fotóinterpretáció az objektumok állapotának és állapotváltozásainak meghatározására irányul, azaz minőségi információszerzés. A két irány élesen nem különül el, mivel a mérés előtt tudnunk kell, mi az, amit mérünk, ugyanakkor a tárgyak metrikus tulajdonságait is felhasználjuk az értelmezésben (BÁCSATYAI & MÁRKUS 2001).

A távérzékelésben természetes vagy mesterséges energiaforrások használhatóak. Előbbiek közé tartozik a Nap (amelyet a távérzékelésben alapvetően alkalmazunk), valamint a földfelszín és az azt borító objektumok által kibocsátott sugárzás. A felszín által visszavert (reflektált), elnyelt és az azon áthaladó energia aránya a felszín típusától és állapotától függ. A megfigyelőeszközök

a visszavert sugárzást rögzítik. Távérzékelésre a teljes elektromágneses spektrumnak csak egy része alkalmas, leggyakrabban a látható fény egy vagy több sávjával, az infravörös sávokkal, esetleg mikrohullámokkal dolgoznak (VERŐNÉ WOJTASZEK 2010).

A növényzet levelei erősen abszorbeálják (elnyelik) a kék és a vörös fényt, míg a zöld tartományban sugárzott energiát nagyobb mértékben verik vissza. Ez az oka annak, hogy az egészséges vegetációt zöld színben látjuk. Ha egy növényt káros hatás (pl. betegség vagy szárazság) ér, akkor csökken a fotoszintézis üteme és lelassul a növekedése, ami a spektrális tulajdonságok változását eredményezi. A hosszabb ideig tartó stressz hatása szemmel is látható: a levelek sárgulnak, vagyis a vörös és a zöld fény hasonlóan verődik vissza róluk. A levelekben végbemenő vízabszorpció következményeként a közepes infravörös tartományban már ennél korábban is észlelhető a stressz, ill. a károsodás (VERŐNÉ WOJTASZEK 2010).

A távérzékelés mezőgazdasági alkalmazása nem csak általános növénytermesztési célokra képzelhető el, hanem a vadkárbecslés során is. Ennek legegyszerűbb módja a hétköznapi, látható spektrumú fotók készítése és elemzése. ENGEMAN *et al.* (2016) a Kárpátokban, hegyvidéki legelőkön, kézi fényképezőgéppel készített fotókon jelölték be manuálisan a vaddisznó túsárákat (**16. ábra**), hogy annak területét összevegyék a legelő teljes területével. Az nem szerepel a publikációban, hogy a lejtők dőlésszögét hogyan korrigálták, valamint az sem, hogy végeztek-e referencia-méréseket a talaj felszínén.



**16. ábra** A vaddisznótúrás fotón történő manuális bejelölése ENGEMAN *et al.* (2016) vizsgálatában

Erre a megoldásra a légi fotók felhasználásának „előszobájaként” tekinthetünk, mivel a kárbecslési eljárás adaptálható pl. alföldi környezetbe, ha valamilyen légi járművel lehetővé tesszük a gyep (vagy egyéb, vaddisznótúrással érintett terület) felülről való fotózását.

DAIM *et al.* (2013) egy hatszögletű sárkányra erősített GoPro HD Hero 2 kamerával (**9. melléklet**) készítettek légi fotókat vaddisznó által károsított, betakarítás előtt álló árpa-, búza-,



rozs- és repcetáblákról. A repülési magasság 50 és 70 m között alakult. Az első reptetés során 5 MP felbontással dolgoztak, a fényképek alapján károsítottnak vélt területeket felkeresték, ahol a vaddisznó nyoma és ürülete segítségével meggyőződtek róla, hogy valóban vadkárral érintett-e az adott táblarész. A következő lépésben színes jelölőket helyeztek a tábla köré, valamint a belső részeire, ezek pozícióját pedig térinformatikai GPS-eszközzel rögzítették. Ezt követően 8 MP felbontású képeket készítettek, melyeket georeferáltak (vagyis a jelölők alapján térbeli adatokat rendeltek hozzájuk, hogy térinformatikai rendszerben koordinátahelyesen használhatók legyenek), majd manuálisan jelölték be a károsított területeket (**17. ábra**).



**17. ábra** Manuálisan bejelölt, különböző mértékben károsított táblarészek DAIM *et al.* (2013) vizsgálatában

MICHEZ *et al.* (2014) kukoricában, vaddisznó által okozott károk térképezése során Ricoh GRIII kamerával felszerelt merevszárnyú, Gatewing X100 típusú pilóta nélküli légi jármű (*Unmanned Air Vehicle, UAV*), más néven drón használatával folytattak vizsgálatokat. A haszonnövény fejlődése során kettő, míg betakarítás után egy alkalommal készítettek légi felvételeket a tábláról (100 m-es átlagos magasságból), amelyek alapján digitális felületmodellt készítettek. A vizsgálat során állami LiDAR (természetes energiaforrás helyett lézertechnológiás távolságmérésen alapú távérzékelés) adatbázisból származó felületmodellt is használtak, végül a kár detektálását egy növénymagassági határértékre és a raszteres kép elemzésére alapozva automatizálták. A károsító vadfajokat (vaddisznó és borz) helyszíni szemle során azonosították, valamint a károsított terület méretét felszíni mérésekkel is ellenőrizték (a távérzékeléssel kapott eredménytől való eltérést nem közölték).

SAMIAPPAN *et al.* (2018) Észak-Amerikában, öt kukoricatáblán (4,6 ha - 36,7 ha közötti területméretekkel) tesztelték egy automatizált, távérzékelésen alapuló eljárást a vaddisznó által károsított terület meghatározására. Merevszárnyú drón (Lancaster V4) segítségével készített,

látható spektrumú, 1 cm/px felbontású légi fotókból ortomozaiákat állítottak elő, majd a felszínen kézi GPS eszközzel rögzítették a károsított táblarészek koordinátáit. Utóbbiak felhasználásával "tanították meg" az alkalmazott algoritmusnak, hogy a képek mely részeit azonosítsa károsítottként. Adatgyűjtést két időpontban végeztek: június végén (a kukorica bibevirágzása és térsza állapota között), valamint augusztus elején (a teljes érés beálltakor). A vizsgálat fő eredménye, hogy a vizsgált táblákon az automatizált kárfelismerés 64,9% és 77,7% közötti sikerességi aránnyal dolgozott, tehát ilyen eredményességgel tudta meghatározni, hogy az ortofotó adott pontján károsított vagy károsítatlan terület szerepelt. Gyakoribb volt az a hiba, amikor az algoritmus a károsított táblarészt károsítatlanként osztályozta, tehát a módszer összességében inkább alulbecsülte a kárt. A publikáció nagy hiányossága, hogy a vizsgált kárformákat nem részletezi. Az absztraktban és a bevezetésben egy-egy alkalommal említésre kerül a tús, de nem közvetlenül a szerzők által végzett kutatás kapcsán, ezért nem egyértelmű, hogy a felszíni munka során csak azokat a területeket jelölték-e meg ún. tanulóterületként, ahol kifejezett tóhiány volt és tús is megjelent, vagy azokat is, ahol a vaddisznó érett csöveket károsított.

RUTTEN *et al.* (2018) Belgiumban folytattak az előzőhöz annyiban hasonló kutatási programot, hogy szintén vaddisznó által okozott károkat vizsgáltak egy drónfelvételeken alapuló (DJI Phantom 3 Advanced eszközzel dolgoztak), automatizált képfeldolgozást alkalmazó módszertannal. Esetükben kukoricatáblák (17,2% átlagos károsítással) mellett gyepek (20,6% átlagos károsítással) is voltak a vizsgált területek között, és szintén végeztek felszíni validációt is. Eredményeik alapján az alkalmazott algoritmus a kukoricatáblákon az esetek 84,5%-ában, míg a gyepeken 94,4%-ban azonosította sikerrel a károsított foltokat. Bár a szerzők itt sem térnek ki a vizsgált kárformákra, a közölt példafotókon (**18. ábra**) látható, hogy teljes tóhiányt mutató, valószínűleg túsással érintett foltokat tudtak ilyen sikerrel automatizáltan megkülönböztetni a zöld növényekkel borított táblarészekről.



**18. ábra** Nyers és feldolgozott ortomozaiák (balra kukoricatábla, jobbra gyepek) RUTTEN *et al.* (2018) vizsgálatában

FISCHER *et al.* (2019) Észak-Amerikában, öt kukoricatáblán (2 ha - 25 ha közötti területméretekkel) teszteltek egy multispektrális (3DR Solo drónra szerelt RedEdge érzékelővel készült) felvételeken alapuló eljárást a vaddisznó által károsított terület meghatározására. A 8,4 cm/px felbontású légi fotókból készített ortomozaikok öt hullámhosszból tartalmaztak információkat, a látható spektrum mellett közeli infravörös (*near infrared*, NIR) és vörös-él (*red edge*) képek kerültek rögzítésre. Adatgyűjtést két időpontban végeztek: augusztus elején (a kukorica tészta állapotában), valamint a hónap végén (a teljes érés állapotában). A SAMIAPPAN *et al.* (2018) vizsgálatában megadott fenológiai fázisoktól való eltérés feltehetően abból származik, hogy más tenyészidejű (FAO-számú) kukoricafajtákkal dolgoztak. A légi felvételekből NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) réteget is előállítottak, melynek szerepe, hogy kimutassa, hol található egészséges, aktívan fotoszintetizáló növényzet. Bár multispektrális felvételek készültek egy késői fenofázisban, a publikációból ezúttal is kiderül, hogy az automatizált képfeldolgozó algoritmust itt is arra a kárformára tudták használni, ahol a növények valószínűleg – túsás miatt kialakult – töhiány miatt teljesen hiányoztak, vagy a talajon feküdtek (**19. ábra**).



**19. ábra** Jellemző kárforma FISCHER *et al.* (2019) vizsgálatában

Az eredmények alapján az alkalmazott algoritmus a látható spektrumú fotóknál az esetek 72-94%-ában, míg a látható spektrumú képeket NIR felvételekkel kombinálva 74-98%-ban azonosította sikerrel a károsított foltokat (**20. ábra**).



**20. ábra** Automatizáltan bejelölt károsítás látható (jobbra) és látható + NIR hullámhosszú (balra) fotók alapján FISCHER *et al.* (2019) vizsgálatában

A kutatók ebben a publikációban is kiemelték, hogy a helyszíni szemle nem váltható ki teljes egészében a drónok alkalmazásával, mivel az általuk vizsgált kárforma összetéveszhető többek között az elégtelen kelés miatti tőhiánnyal vagy a széldöntéssel, továbbá olyan táblát is találtak, ahol valójában mosómedve volt a károsító faj (FISCHER *et al.* 2019).

A drónok mezőgazdasági vadkárbecslés során való használatával kapcsolatos kutatások jelentősége összességében nem elvitatható, hiszen az Agrárminisztérium is szorgalmazza (ANONYMUS 2021) e technológia alkalmazását, valamint a pilóta nélküli légi járművek térnyerése Magyarország digitális agrárstratégiájában is szerepel (ANONYMUS 2019).

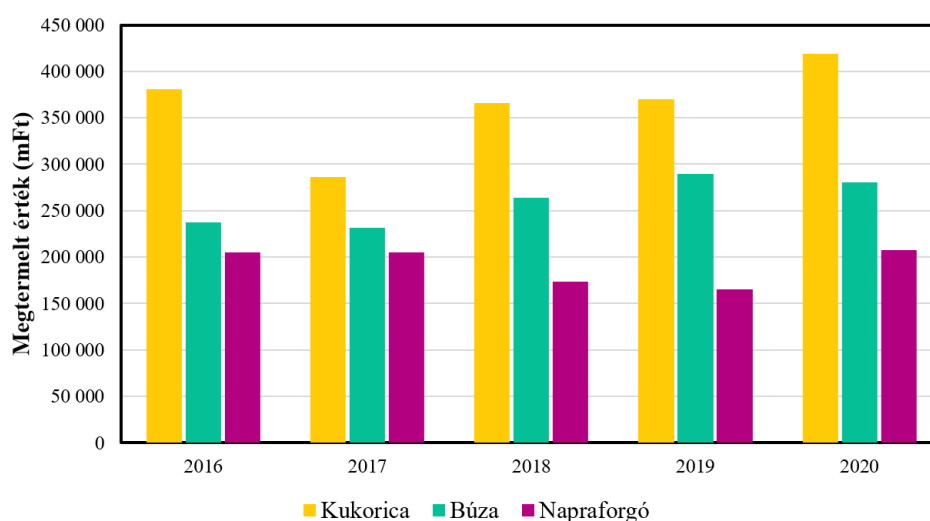
## **2.6. A vizsgált szántóföldi kultúrák jelentősége**

A korábban említett kérdőíves adatgyűjtésben a kitöltők rangsorolták, hogy tapasztalataik, véleményük szerint mely kultúrákat veszélyezteti legnagyobb mértékben a vadkár. Az országos összesítés alapján a kukoricát tartották leginkább érintettnek, amit a napraforgó és az őszi búza követett. A vadkárral leginkább terhelt öt megyében ezzel megegyező sorrend alakult ki, azonban a kukorica még nagyobb előnnyel vezette a listát. A legkevésbé „vadkáros” megyékben a kukorica mellé felzárkózott a napraforgó, egyéb lényeges különbség nem adódott. Természetesen kistérségi vagy helyi szinten a felsoroltakon kívül számos más növény is rendkívül kárérzékeny lehet. A válaszadók szerint (a teljesség igénye nélkül) ilyenek voltak még: szója, zöldségfélék, dinnye, lucerna, szőlő, fűszerpaprika, borsó, dohány, olajtök (CSÁNYI *et al.* 2016b).

Értekezésem a sűrű, valamint a széles sortávú szántóföldi kultúrák vadkárbecslési módszereinek vizsgálatára irányul, példafajként pedig – a fentiekkel összhangban – a kukoricát és az őszi búzát választottam. Természetesen a mintavételezésre vonatkozó eredmények a hasonló rendszerben vetett egyéb fajok többségére érvényesek lesznek, így pl. a kukorica kárbecslési módszerei alkalmazhatók napraforgó esetében is. A vadkárbecslést az e két faj közti fő különbségek közül befolyásolhatja a termésbecslés során a mintafeldolgozás módja, valamint a

hektáronkénti növényszám. Ezek közül előbbi a saját munkám szempontjából nem releváns (mivel itt tisztán a mintavételezés térbeli elrendezése az elemzések tárgya), utóbbi pedig a számos különböző termőhelyi adottság és növényfajta kombinációjából eredően nem számszerűsíthető egyértelműen [az ANTAL (2000) által megadott 55.000-80.000 db/ha kukorica és 34.000-60.000 db/ha napraforgó vetőmagmennyiség át is fed egymással].

A termelők a profit maximalizálásában érdekeltek, ezért igyekeznek magas piaci áron értékesíthető terményt előállítani (BLEIER 2014). Magyarországon az elmúlt években a három említett növényfaj közül – a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint – a betakarított terület (**10. melléklet**), a termésátlag (**11. melléklet**) és a felvásárlási ár (**12. melléklet**) alapján kukoricából termelték meg évente a legnagyobb értéket a gazdálkodók (**21. ábra**).



**21. ábra** A kukoricából, búzából és napraforgóból megtermelt érték Magyarországon (2016-2020) [KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021a, 2021b, 2021c) adatai alapján]

A kukorica ugyanakkor a vad által az egyik leginkább károsított kultúrnövény (PROKEŠOVÁ 2004; BLEIER *et al.* 2006; HERRERO *et al.* 2006). BUZGÓ (2006) három, Somogy megyei területen végzett vizsgálata alapján a mezőgazdasági vadkár 58-73%-a, 41-84%-a, ill. 82-91%-a kukoricában keletkezett. A termelők ennek ellenére 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 & KÁSA 2011) jár.

Hazai terepi vizsgálatok (BLEIER *et al.* 2017b) alapján azt találtuk, hogy a kukoricát a vetéstől a teljes éréig veszélyezteti a vad általi károsítás: az első időszakban jelentkező vaddisznótúrás után számottevő a zöld növényi részek gímszarvas általi fogyasztása, majd a csövek megjelenésével mindkét említett nagyvad faj elsősorban azokat károsítja.

Az őszi búzát a kérődző nagyvadfajok legelhetik a keléstől egészen tavaszig, a felázott vetéseken pedig a sávokban jelentkező taposási kár is problémát jelenthet (BLEIER *et al.* 2018). A

zöld növények legelése a vadon élő lúdfajokra (pl. nagy lilik, vetési lúd, nyári lúd) is jellemző a csapatok elvonulásáig, azonban (GYÜRE 2006) ezzel kapcsolatban megjegyzi, hogy közvetlenül a kelés időszakában a ludak inkább a kukoricatarlókon táplálkoznak. Az egyik legjelentősebb vadkárforma a vaddisznó túrása, ami irányulhat az elővetemény (pl. kukorica) termésmaradványainak elfogyasztására (BLEIER *et al.* 2018), vagy a talajban lévő rágcsálóüregek lakóinak felkutatására (VARGA & KÁSA 2011) is. Az egyik legkritikusabb a tejes érés időszaka, mivel ilyenkor a szemtermést a gímszarvas és a vaddisznó is nagy mennyiségében fogyaszthatja (BLEIER *et al.* 2018). Fontos megjegyezni, hogy a növénytermesztők már a fajtaválasztással képesek befolyásolni a tábla vadkárnak való kitétséget, ugyanis a tar kalászu búzákat a vad statisztikailag igazolhatóan nagyobb mértékben károsítja, mint a szálkás kalászu fajtákat (SKOTÁK *et al.* 2021).

A szóban forgó kultúrnövények közül a napraforgó felvásárlási átlagára messze a legmagasabb (**12. melléklet**), így a termesztőket különösen érzékenyen érintheti az e kultúrában tapasztalt vadkár. A vaddisznó túrása itt is előfordulhat, valamint a vetésekben 4-6 hétig jelentős lehet az őz és a mezei nyúl rágása (BLEIER *et al.* 2018). A csillagbimbós fejlődési szakaszban elsősorban a gímszarvas okoz kárt a magas nedvességtartalmú tányérok rágásával (KIRÁLY & MAROSÁN 2016). A balkáni gerle és az örvös galamb az érett szemtermést fogyasztja (BLEIER *et al.* 2018).

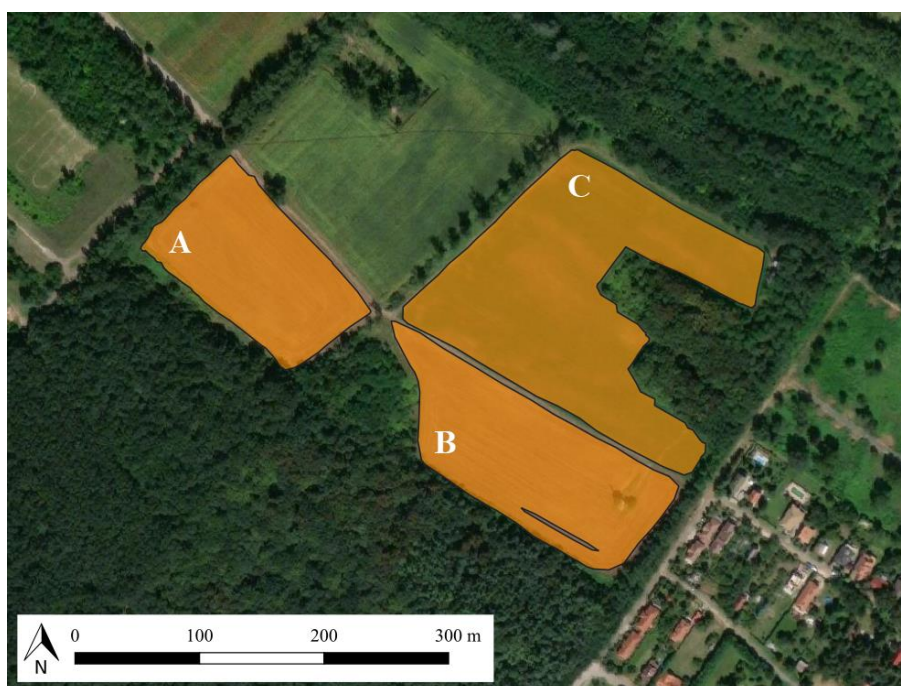
Az előzőekben megnevezettek mellett világszerte számos egyéb emlős- és madárfaj kukoricában, búzában, ill. napraforgóban megjelenő, változó jelentőségű károsítása is ismert, ezek közül – a teljesség igénye nélkül – mutatja be a szakirodalomban fellelhetők listáját a **13. melléklet**.

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Terepi vizsgálatok

##### 3.1.1. Pilot vizsgálat

Kukorica esetében egyes mintavételezési módszerek [V és dupla átlós (X) elrendezésű mintateres, pontrácsos, valamint VAT] valós növényállományban való tesztelése érdekében Gödöllőn (47°35'42,70" É; 19°22'35,10" K) elhelyezkedő három táblán (**22. ábra**), táblánként különböző térbeli eloszlással jelöltem ki szimulált károsításokat segítőim közreműködésével.



**22. ábra** A kukoricatáblák elhelyezkedése a pilot vizsgálatban

A szimulációban károsítottként szereplő növények jelölését (**14. melléklet**) 17.021 db kukoricató esetében narancssárga színű, időjárásálló, toluol-, kadmium-, CFC- (halogénezett szénhidrogén) és ólommentes SIGN IT (Ratioparts GmbH) jelölőfestékekkel végeztük el. A nagyobb foltokat piros bálakötöző zsinórral kerítettük be, amit a mintavételezést követően eltávolítottuk (ez 7.372 db növényt érintett).

Mivel nem egy adott károsítási arány beállítására törekedtem, a táblák hektáronkénti tőszámát utólag, a mintateres becslés során gyűjtött adatok segítségével becsültem. Itt a különböző mintatér-elrendezésekből származó, 0,001 ha-ra jutó tőszámokat összevontan használtam fel, hiszen a célom nem az volt, hogy az elrendezések által becsült tőszámot összehasonlítsam, hanem az, hogy a lehető legpontosabb értéket kapjam, amit az elérhető legnagyobb mintaszám alkalmazásával kívántam elérni.

A sortávolságot a mintateres és a VAT becslés is használja. 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  $10/14 = 0,70 \text{ m} = 70 \text{ cm}$ .” Mivel nincs meghatározva, hogy két sor között pontosan honnan indítsuk a mérőszalagot, azt úgy is be lehet állítani, hogy 70 cm-es sorköznél 15 db ( $14 \times 70 \text{ cm} = 980 \text{ cm}$ ), 75 cm-es és 76,2 cm-es sorköznél pedig egyaránt 14 db ( $13 \times 75 \text{ cm} = 975 \text{ cm}$  és  $13 \times 76,2 \text{ cm} = 990,6 \text{ cm}$ ) növény essen 10 m-re, ami hibalehetőséget teremt.

A fentiek helyett mindhárom táblán hektáronként 5 db, véletlenszerűen generált ponton 10 sor együttes sortávolságát lemérve, majd a mért adatokat mintapontonként 10-zel osztva és táblánként átlagolva állapítottam meg a sortávolságot. Az átlagszámítás előtt az adatok normál eloszlását Kolmogorov-Smirnov teszttel ellenőriztem.

Az A mintatábla területe 1,53 ha volt, a jelölés során 298 ponton összesen 9.015 db kukoricatövet festettünk meg a táblát teljes egészében lefedő, szórt térbeli eloszlással. A jelölt pontok térbeli eloszlását ArcGIS 10.2 (ESRI Inc.) szoftver segítségével, Average Nearest Neighbor vizsgálattal ellenőriztem ( $Z = 14,1942$ ;  $p < 0,001$ ).

A B tábla nettó területe 1,97 ha volt (találtunk benne egy  $180,8 \text{ m}^2$  alapterületű bevetetlen sávot, amelyet kihagytam a számításokból). Itt bálamadzagos körbekerítésből és festésből álló, kombinált módszerrel 8.149 db növényegyedet jelöltünk meg, foltokban koncentráló térbeli eloszlással. A táblában található antennához vezető bevetetlen pászta  $653,7 \text{ m}^2$ -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 kukoricaegyeddal számoltam.

A 3,27 ha területű C táblán 12.148 db kukoricánövényt festettünk meg a tábla délkeleti szegélyében sűrűsödő térbeli eloszlással. Egy ösvény által lehatárolt,  $819,8 \text{ m}^2$ -es területrészen (a tábla déli csúcsánál) 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 a **2. táblázat**ban foglaltam össze.

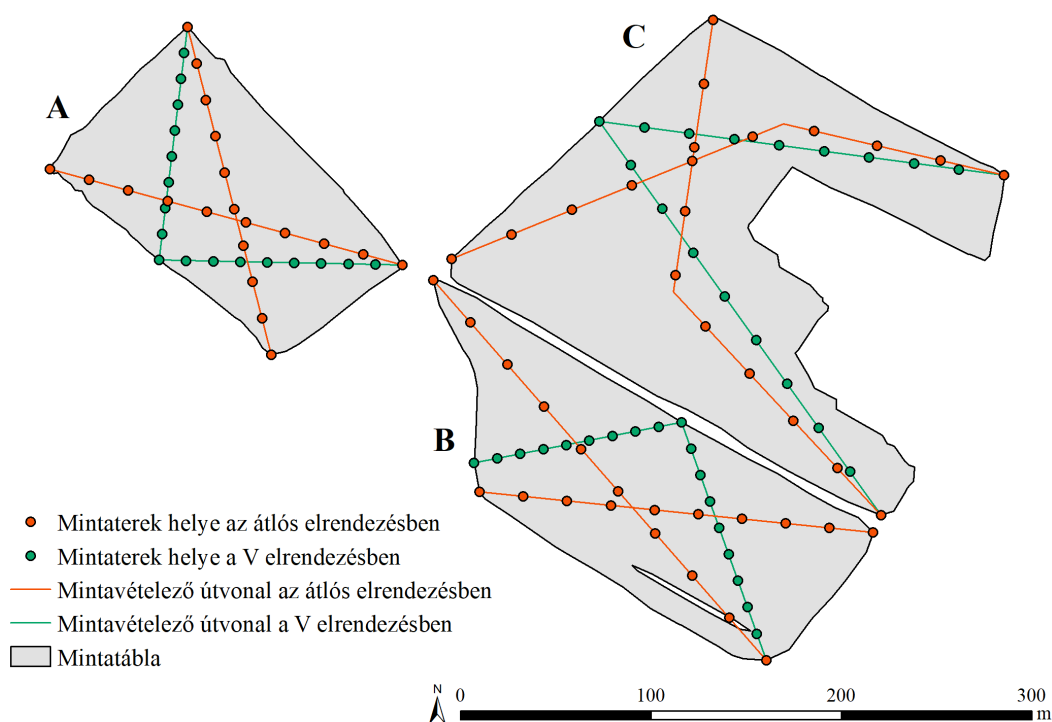


2. táblázat A pilot vizsgálat kukoricatábláinak adatai

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

<sup>1</sup> n = 8; <sup>2</sup> n = 10; <sup>3</sup> n = 17; <sup>4</sup> n = 38; <sup>5</sup> n = 39

A mintateretek számát tekintve SIMON (1974) ajánlásának kétszeresét határoztam meg: 10-10 db helyett mindhárom parcellán 20-20 db mintateret jelöltem ki. Ezek elhelyezéséhez berajoltam a táblákba illeszkedő V alakú vonalakat és az átlókat is. A C tábla sajátos alakja miatt az átlókat egy-egy töréspont segítségével úgy irányítottam, hogy minden pontjuk a tábla belsejébe essen. A bejárandó útvonalakat a mintaszámnak megfelelő számú egyenlő szakaszra osztottam, a töréspontok pedig megadták a mintateretek koordinátáit (23. ábra). A kapott pontokat nagy pontosságú térinformatikai GPS eszközre (Thales MobileMapper CE) töltöttem fel, és ennek segítségével kerestem meg a helyszínen.



23. ábra A mintavételező útvonalak és a mintateretek elrendezése a pilot vizsgálatban

A 0,001 ha területű mintateretek hosszát a VÖLGYI (2002) által megadott képlettel számítottam ki (lásd 2.5.3. alfejezet). Az A táblára 13,41 m, a B táblára 13,16 m, míg a C táblára 13,25 m mintatérhossz adódott. A mintateretek kijelölésére szolgáló eszközt táblánként megfelelő

hosszúságú bálakötöző madzagból készítettem el, melynek egyik végére a kukoricaszárakra akasztható karabinert, a másikra pedig földbe szúrható pálcát kötöttem. A munka során a mintateretekbe eső összes növény és a károsítottként megjelölt kukoricatövek számát jegyeztem fel.

A pontrácsos becslés alkalmával minden ötödik soron végiggyalogolva, 5 m-enként megállva (tehát  $5 \times 5$ -ös rácssűrűséggel) feljegyeztük az 1 m hosszúságú mérőbot mellett található összes és károsítottként jelölt növény számát. Ahol károsítottként számításba vett tövet is találtunk, rögzítettük a koordinátákat, hogy utólag a kár térbeli eloszlása is megjeleníthető legyen.

A becsült károsítási arányt a mintateres és a pontrácsos módszer esetében is a mintavételi egységekben feljegyzett növényszámokat összegezve, a teljes kínálat és a károsítottként jelölt tövek számának hányadosaként kaptam meg.

A VAT módszer kezdőpontjainak kijelöléséhez táblánként 30-30 db véletlen pontot hoztam létre (**15. melléklet**). Az indulási irány véletlenszerű kijelöléséhez a Microsoft (MS) Excel 2013 véletlenszám-generátorát használtam, amely minden ponthoz 0 vagy 1 értéket, így északnyugati vagy délkeleti irányt rendelt. A random kezdőpontokat szintén a Thales MobileMapper CE segítségével kerestem meg a táblán. A mérést 50 m hosszúságú mérőszalaggal végeztem minden ponttól a hatodik károsítottként jelölt növényig ( $r = 6$ ). A sortávolság kétszeresének megfelelő sáv szélességgel ( $w$ ) dolgoztam, tehát a mérés során mindkét oldali kukoricásort szimultán módon figyelembe vettem.

A károsított növények sűrűségét ( $D$ ) a PARKER (1979) által megadott képlettel számítottam ki (lásd **2.5.5. alfejezet**). A becsült károsítási arányt az így kapott érték és a korábban említettek szerint kalkulált teljes növény-sűrűség hányadosaként kaptam meg.

Az adatgyűjtéssel és -feldolgozással járó térinformatikai feladatokat Quantum GIS 2.2 Valmiera (QGIS Development Team, Open Source Geospatial Foundation Project) szoftverrel hajtottam végre. A vizsgálat egyszerűségére való tekintettel a becslési eredmények, valamint a relatív hiba (*Percentage Relative Bias*, PRB) egyszerű ábrázolása és szöveges bemutatása mellett döntöttem. A relatív hiba ismertetése az értekezésem fő vizsgálat-sorozatának, a kukoricában végzett komplex térinformatikai szimulációk egységes bemutatásának igénye okán a **3.2.4. alfejezetben** található.

### **3.1.2. A mintavételezés időráfordításának vizsgálata**

A GIS szimulációk útján tesztelt mintavételezések költséghatékonyságának elemzéséhez fontos ismerni a munka elvégzéséhez szükséges időt. Ennek két fő eleme a mintavételi egységeknél eltöltött idő, valamint a mintavételi helyek gyalogos elérésének ideje.

A sűrű sortávú növények esetében vizsgált mintavételi egységek (1 m és 10 m hosszúságú sorszakasz, ill. 1 m<sup>2</sup> területű kvadrát) felmérésének időtartamáról 2020. 07. 01-jén, egy Ipolyvece közelében (48°01'39,25" É; 19°06'29,89" K) fekvő, elsősorban gímszarvas és vaddisznó által károsított őszi búza táblán gyűjtöttem adatokat. A tábla szélétől 10 m-re elindulva, egymástól 1 m-re mértem ki a megfelelő hosszúságú sorszakaszokat, valamint 1 × 1 m belső méretű, fából készült mérőkerettel (**16. melléklet**) kijelöltem a kvadrátokat is (mindhárom típust öt-öt ismétléssel). Mivel ebben az esetben nem a vadkár arányának vizsgálata volt a cél, a térbeli elrendezésnek nem volt jelentősége. Minden mintavételi egységben feljegyzésre került az összes növény száma, valamint az, hogy ezek közül mennyi volt károsított. A munkát ketten végeztük: az egyik személy számolta a növényeket, miközben a károsítottakat a kárforma megnevezésével jelezte a jegyzőkönyvet vezető és a stopperórát kezelő társának, majd megadott intervallumonként (az 1 m-es sorszakasz végén, a 10 m-es sorszakaszánál 100 növényenként és a sorszakasz végén, a kvadráton belül pedig soronként) bediktálta a teljes növényszámot.

Kukoricában háromféle mintavételi egység (1 m-es sorszakasz, 1 m-es sorszakasz a megfigyelő mindkét oldalán, valamint 0,001 ha területű és egy sortáv szélességű kvadrát hosszabbik oldalának megfelelő sorszakasz), valamint a két sort magába foglaló transzekt vizsgálatához szükséges időt mértem. Az adatgyűjtés időpontja 2020. 09. 13., helyszíne egy Kápolna mellett (47°44'55,40" É; 20°11'23,81" K) elhelyezkedő, elsősorban gímszarvas és vaddisznó által károsított kukoricatábla volt. A sorszakaszokat (**17. melléklet**) és kvadrátokat – a búzához hasonló módon – a tábla szélétől 10 m-re indulva, egymástól 1 m távolságra jelöltem ki (szintén öt-öt ismétléssel). Utóbbi esetben 10 sor távolságának mérése ( $\bar{x} = 74,7$  cm) alapján 13,38 m hosszúságúra vágott bálamadzag jelölte ki a vizsgált területek hosszát. A térbeli elrendezésnek ezúttal sem volt jelentősége. Minden mintavételi egységben feljegyzésre került a teljes növényi kínálat, valamint azon belül a károsított növények száma. A munkát itt is ketten végeztük: az egyik személy számolta a növényeket, miközben a károsítottakat a kárformát is megnevezve jelezte a jegyzőkönyvet vezető és a stopperórát kezelő társának, majd a sorszakasz végén bediktálta a teljes növényszámot. A párhuzamos transzekt esetében 5 db 20 m-es szakaszon, az útvonal két oldalára eső növény sorokban szimultán módon felvételeztük a teljes növényszámot és a károsított növények mennyiségét.

A következetesség érdekében a szerepeket egyik alkalommal sem változtattuk. Az általunk követett munkamenet feltételezi, hogy a szakértő mellett egy segítő is dolgozik, azonban egy – a károsított növény szám nyomon követésére használt – kézi számlálóval egyedül is hasonló sebességgel dolgozhat. Bonyolíthatja az adatrögzítést, ha több kártípus feljegyzése is szükséges. Ilyenkor diktafon is használható, azonban a felvétel visszahallgatása további időt vesz igénybe.

A mintavételi egységekbe eső növények száma és az azokban eltöltött idő normál eloszlását az öt ismétlések csoportjaiban Kolmogorov-Smirnov teszttel ellenőriztem, majd a két érték közti összefüggést Pearson korrelációelemzéssel, InStat v3.05 (GraphPad Software Inc.) szoftver segítségével vizsgáltam.

Az ember számára kényelmes gyaloglási sebesség BROWNING *et al.* (2006) szerint az esetleges túlsúly mértékétől függetlenül 1,42 m/s. Erre saját méréseket is végeztem, mivel feltételeztem, hogy a laboratóriumi körülmények között, futópadon mért értéknél alacsonyabb sebesség érhető el szántón (különösen a kukorica esetében, ahol az egyenetlen talaj mellett maga a növényzet is hátráltatja a mozgást). A haladási sebességet szintén a fent említett kultúrákban, ötször 100 m (kukoricában külön a sorokkal párhuzamosan és azokra merőlegesen) megtételéhez szükséges időt lemérve számítottam ki. Arra törekedtem, hogy a mérések alkalmával a lehető legnagyobb olyan sebességgel haladjak, amit hosszabb távon is fenntarthatónak találok.

### **3.1.3. Túraskár becslése pilóta nélküli légi járművel**

Ebben a témakörben három évben (2017-ben, 2018-ban és 2020-ban) végeztem adatgyűjtést, minden alkalommal Vál (47°21'45,41" É; 18°40'35,95" K) környezetében található vizsgálati területeken. A használt eszköz egy négyrotoros DJI Phantom 4 drón volt, melyen beépített, 4K felbontású kamera található. A gyári adatok szerint a felszállótömege 1,38 kg, maximális repülési időtartama pedig 20-28 perc (saját tapasztalataim szerint az előbbi értékhez áll közelebb). Azért esett a választásom erre az eszközre, mivel kereskedelmi forgalomban elérhető, és nem igényel saját építést vagy módosításokat, így meglátásom szerint a típus különféle változatai a vadkárszakértők munkájának segítésére egyértelműen alkalmasak.

A pilóta nélküli légi járművel végzett műveleteket minden esetben a Honvédelmi Minisztérium Állami Légügyi Főosztálya által, határozatban kijelölt eseti légtérben hajtottam végre. A jogszerű drónhasználat feltételei a saját vizsgálataim óta eltelt időszakban jelentős mértékben megváltoztak (a témával kapcsolatos alapfogalmakat és -szabályokat az 1995. évi XCVII., a légiközlekedésről szóló tv. tartalmazza).

Az első évben a vaddisznótúrás saját légi felvételeken való azonosíthatóságát, továbbá a fotókon való területmérés lehetőségeit vizsgáltam. A **2.5.7. alfejezetben** említettek alapján a rágaskár látható spektrumú fotókon nehezen, vagy még inkább egyáltalán nem azonosítható (pl. a kukoricacsöveket takarja a levélzet, a kalászkok pedig színük miatt teljesen beleolvadnak a környezetükbe, továbbá kis méretük miatt nagyon részletes felbontást kívánnának meg). Ez a kárforma okozhat olyan stresszt a növények számára, ami multispektrális felvételeken azonosítható lenne, azonban ezt tudományos módszerekkel vizsgáló tanulmányokat nem találtam,

továbbá véleményem szerint életszerűtlen azt elvárni, hogy a vadkárszakértők ilyen szintű távérzékelési szakértelemmel rendelkezzenek. Az egyszerűbb, látható spektrumú fotók készítése, valamint részben vagy teljesen manuális feldolgozása ugyanakkor könnyen elsajátítható (és nem elhanyagolható, hogy megfizethető, saját eszközökkel is lehetséges). Ezek okán megalapozatlannak tartom olyan kárformák távérzékeléssel történő értékelését, mint pl. a kukoricacső vagy a búzakaralász rágása. Meglátásom, hogy a vadkárszakértők számára elérhető technológia és ismeretek figyelembe vételével sokkal inkább a tényleges töhiányt okozó kártípusok (pl. a taposás vagy a vaddisznótúrás) azonosítása valószínűsíthető meg. Ezzel kapcsolatban felhozható az az érv, hogy a vaddisznó – pl. a gímszarvassal ellentétben – nem csak a száron lévő csövet harapja el, hanem leggyakrabban le is törí a szarát, majd a földön fogyasztja el a szemeket, ez a kártípus pedig akár látható spektrumú légi fotókon is észlelhető lehet. Valóban igaz, hogy ez a betakarítást gátló kárforma elméletben egyszerűbben detektálható (hiszen itt nem takarja a levélzet a csöveket), azonban olyan publikációt sem találtam, ami kifejezetten erre irányuló drónos vadkárbecsléssel foglalkozik [SAMIAPPAN *et al.* (2018) korábban ismertetett vizsgálatánál említettem, hogy ott sajnos nem tisztázták az értékelt kárformák, és FISCHER *et al.* (2019) esetében sem ismert, hogy mekkora részben történt csőfogyasztás és csak szártörés]. A fenti okok miatt saját munkámban a túráskár becslésére szorítkoztam.

Első adatgyűjtésem során egy szarvasmarhával legeltetett gyep vaddisznótúrással érintett részéről készítettem fotókat 17 m talajszint feletti magasságból, majd 35 m és 80 m között 5 m-es beosztással. A legeltetett területrészekről videót és fotókat is rögzítettem (utóbbit 50 m és 70 m közötti talajszint feletti magasságból, 5 m-es beosztással). Ugyancsak 2017-ben fényképeztem egy két héttel korábban bevetett, majd vaddisznó által a kukorica elővetemény termésmaradványai miatt túrt napraforgótáblát (**18. melléklet**), 45 m és 90 m közötti magasságokból, 5 m-es lépésekkel. Egy összefüggő, megtúrt foltot kiválasztottam, majd DAIM *et al.* (2013) módszeréhez hasonlóan színes jelölőket helyeztem köré a talajra, azok koordinátáit pedig Samsung Galaxy Tab S2 8.0 eszközön futó MobileTopographer 9.0 (S. F. Applicability Ltd.) alkalmazással rögzítettem. A jelölők távolságát, valamint a túrás hosszanti és keresztirányú átlóját a talajon, mérőszalaggal is megmértem. Az elkészült légi fotókat a jelölők koordinátái alapján, Quantum GIS 2.2 Valmiera (QGIS Development Team, Open Source Geospatial Foundation Project) szoftver segítségével georeferáltam (vagyis az eredetileg térbeli információkkal nem rendelkező képet a földfelszínre vetítettem), majd a túrást manuálisan jelöltem be, hogy a területét kiszámíthassam.

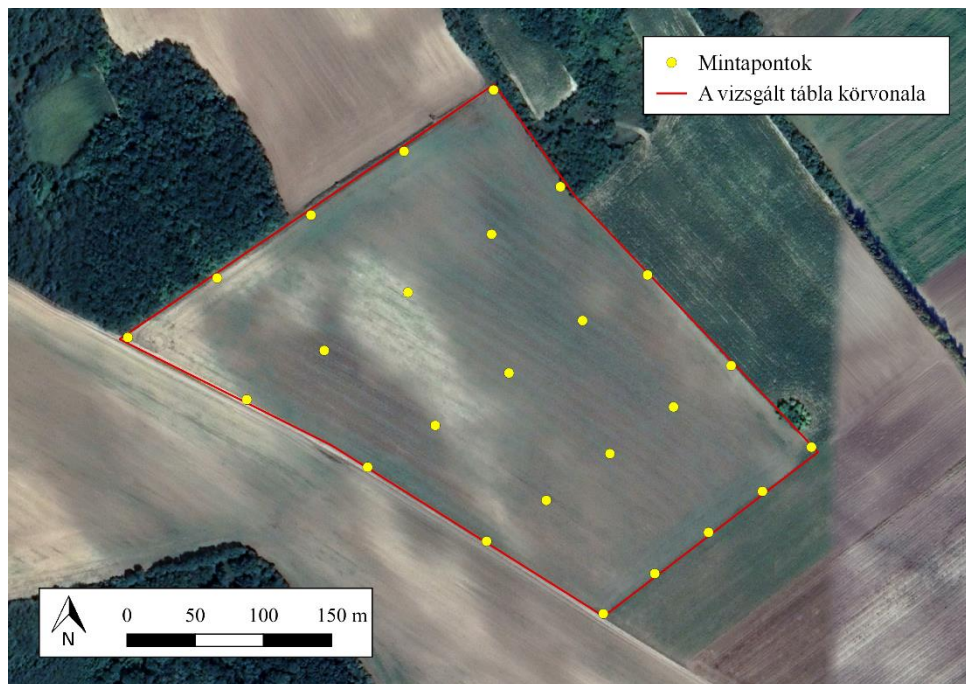
A 2018-as műveletek során egy másik napraforgóvetésről készítettem képeket (30 m-es, majd 60 m és 90 m közti magasságokból, a két utóbbi közt 5 m-es lépésekkel), azt vizsgálva, hogy az erős napfénynek van-e hatása a vaddisznótúrás azonosíthatóságára. Emellett egy felhagyott

szőlőhegyen található parlagterületen, valódi vaddisznótúrás közelében, a talajfelszín kézi ásóval átforgatva szimuláltam túrást (**24. ábra**). Ezzel szerettem volna azt vizsgálni, hogy használható-e ez a megoldás egy esetleges olyan kutatás során, ahol a szükséges természetes túrás nem áll rendelkezésre, pl. egy olyan esetben, ahol különböző módszerek tesztelése a cél a kutatók által beállított, pontosan ismert valós károsítási arány mellett. Ezen túlmenően azt is jó tapasztalatszerzési lehetőségnek tartottam, hogy összevettem egy friss (szimulált) túrást egy korábbi (valódi) folttal, és értékelhettem, hogy a légi felvételen különbözik-e az azonosíthatóságuk.



**24. ábra** Természetes (balra) és szimulált (jobbra) vaddisznótúrás

A drónnal készített fotók manuális, egyenként elvégzett georeferálásának tapasztalatai alapján 2020 tavaszán egy olyan vizsgálatot terveztem végrehajtani, mely során vaddisznótúrással érintett kukoricavetés esetében egy külső szolgáltatás (jelen esetben a DroneDeploy) segítségével összeállított ortofotón mért károsítási arányt vetek össze egy hagyományos mintavételezés útján kapott eredménnyel. A COVID-19 járvány miatt kialakult helyzetben erre nem nyílt lehetőségem, így helyettesítő megoldásként 2020 őszén egy vetett kultúrával épp nem rendelkező, de vaddisznó által túrt táblán dolgoztam. Mivel a vizsgált, 9,3 ha területű tábla az adott időpontban egy őszi gabonavetés állapotára hasonlított leginkább, a hagyományos mintavételezést az arra KIRÁLY & MAROSÁN (2016), ill. BLEIER *et al.* (2018) által leírt módszer szerint végeztem: 25 db mintaponton,  $1 \times 1$  m belső méretű, és a mérőkeret léceinek felezőpontját megjelölve 4 részre osztott mérőkeret felhasználásával rögzítettem adatokat a károsítási arányról (van vagy nincs túrás, ill. a mintapont hány negyedét érinti). A mintatereteket párhuzamos útvonalak mentén jelöltem ki, amivel a gyakorlatban egy rácshálót alakítottam ki a vizsgált táblán (**25. ábra**). A károsítás mértékét a túrást tartalmazó pontok és az összes mintapont számát, valamint a mintapontok túrással érintett negyedeit és az összes mintapont-negyed számát arányosítva is kiszámítottam. Az adatsort a normáltól jelentősen eltérő eloszlása miatt sem az átlag-szórás, sem a módusz-medián páros nem jellemezte szakmailag megfelelő módon.



**25. ábra** A hagyományos vadkárbecslés mintapont-elrendezése a 2020-as váli vizsgálatban

A légi felvételek készítése során a DroneDeploy alkalmazás által vezérelt, 10 percig tartó automata drónrepülés 60 m-es felszín feletti magasságban zajlott, az eszköz eközben 255 db fotót készített (**26. ábra**).



**26. ábra** Az automata drónrepülés útvonala és paraméterei a 2020-as váli vizsgálatban

A távoli szerveren ezekből összeállított,  $5 \times 5$  cm felbontású, georeferálást nem igénylő ortofotó a feltöltés másnapján vált elérhetővé. A vaddisznótúrásokat a QGIS 3.10 A Coruña (QGIS Development Team, Open Source Geospatial Foundation Project) szoftverben jelöltem be manuálisan [DAIM *et al.* (2013) módszeréhez hasonlóan], majd kiszámítottam az így kapott poligonok összterületét, amelyet a tábla teljes területével arányosítottam. Ezt követően egy hasonló elvet követő, másik módszerrel is elvégeztem a túrák bejelölését: az ortofotóra egy

hatszögletű, 1,5 m oldalhosszúságú poligonrácsot illesztettem, majd minden olyan hatszöget megjelöltem, amelyben túrást láttam, végül az így kiválasztott hatszögek összterületét szintén a tábla teljes területével arányosítottam.

### **3.2. Térinformatikai szimulációk kukoricában**

#### **3.2.1. A VAT mintavételezés vizsgálata térinformatikai szimulációval**

A **3.1.1. alfejezetben** ismertetett, valós növényállományban végzett pilot vizsgálathoz kapcsolódóan a VAT módszer teljesítményét térinformatikai szimulációk segítségével is megvizsgáltam, hogy az azokból származó előzetes eredmények alapján dönthessek a becslés esetleges további elemzési lehetőségeivel kapcsolatban. Mivel az értekezésem gerincét képező komplex szimuláció-sorozat az ebben az alfejezetben szereplőnél sokkal kiterjedtebb, azonban időbeli és logikai sorrendben a mostani után következik, a módszer itteni leírásakor igyekszem a fő információkra szorítkozni, míg a különféle beállítások részleteire és indoklására a következő **(3.2.2.)** alfejezetben térek ki.

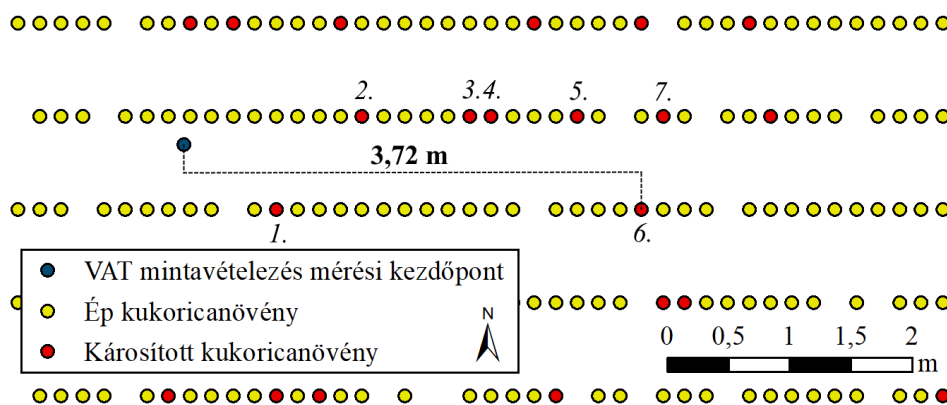
A VAT módszer vizsgálatához egy 1 ha területű (100 × 100 m oldalhosszúságú) kukoricatábla modelljét hoztam létre, 76,2 cm sor-, valamint 17,57 cm tőtávolsággal. A táblamodell 75.240 db pontból állt, melyek a kukoricanövényeket szimbolizálták. Ezek véletlenszerűen kiválasztott 10%-át ki nem kelt vetőmagot (ROSS *et al.* 2010) szimulálva töröltem. A megmaradó 67.716 db ponton végeztem el a károsítások kijelölését: négy különböző térbeli káreloszlás (véletlenszerű; foltos; 1, ill. 2 oldali szegélyben sűrűsödő) mindegyikénél három károsítási arányt (10%, 20%, 30%) hoztam létre.

A véletlenszerű (random) eloszlású károsítás kijelölését véletlen szelekcióval végeztem el. A zárt, összefüggő foltokból álló kárképet szabadkézi kijelöléssel alakítottam ki úgy, hogy a károsított foltokba eső pontok mennyisége megegyezzen a károsítási aránynak megfelelő növény számmal. A tábla szegélyeiben sűrűsödő kárkép kialakításához 20 m mélységű puffert illesztettem a tábla két, egymással szomszédos oldali szegélyére, az abba eső pontokban (azon belül random szelekcióval) a mindenkori károsítás 80%-át, a tábla fennmaradó részében pedig 20%-át állítottam be. Az egy szegélyben összpontosuló 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.

A VAT módszerrel történő kárbecslés 30 db random kezdőpontját – a terepi vizsgálathoz hasonlóan – véletlenpont-generátorral 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 hatodik károsított növényig ( $r = 6$ ) vezetve hajtottam végre. Ezúttal is a sortávolság kétszeresének megfelelő sáv szélességgel ( $w$ ) dolgoztam, tehát a mérés során mindkét oldali kukoricásort szimultán módon figyelembe vettem (27. ábra). A károsított növények becsült arányát ismét a 3.1.1. alfejezetben leírt módon kaptam meg.



27. ábra A távolságmérés végrehajtása a VAT módszer térinformatikai tesztelése során

A pilot vizsgálat terepi részével ellentétben a térinformatikai szimulációk során a mintavételezéseket öt ismétléssel hajtottam végre. Ehhez ötször generáltam véletlen kezdőpontokat, és a távolságméréseket a 12 káreloszlás-kárarány kombináció mindegyikénél manuálisan elvégeztem. Ezt egyrészt azért tartottam szükségesnek, mert a véletlen pontok létrehozása minden alkalommal más eredményt ad, másrészt pedig a gyakorlatban az egyes vadkárbecslő szakértők által végzett kárbecslés eredménye még akkor sem lesz feltétlenül pontosan egyforma, ha azonos növényállományban azonos módszert alkalmaznak (pl. épp a mintavételi egységek elhelyezésének kisebb-nagyobb eltérései miatt).

A becsléseket az egyes ismétlések eredményeinek megjelenítése mellett a standard hiba (*Standard Error*, SE), az átlagos négyzetes eltérés (*Mean Squared Error*, MSE), a torzítás (*bias*) és a relatív hiba (PRB) értékével jellemeztem. Ezek leírása – szintén az értekezésem fő vizsgálat sorozatának egységes, konzisztens bemutatásának igénye miatt – a 3.2.4. alfejezetben található.

Az egyes ismétlések eredményeihez tartozó torzítás és relatív hiba értékeit felhasználva, kéttényezős variancia-analízissel (ANOVA) elemeztem, hogy a kár térbeli eloszlása, valós aránya, valamint a két faktor kölcsönhatása milyen hatást gyakorol ezen paraméterekre. A csoportok páronkénti összehasonlítását Tukey post hoc teszttel végeztem el.

Az itt bemutatott vizsgálathoz szükséges térinformatikai műveleteket Quantum GIS 2.2 Valmiera (QGIS Development Team, Open Source Geospatial Foundation Project), míg az adatok feldolgozását MS Excel 2013 és Past 4.03 (HAMMER *et al.* 2001) szoftverrel hajtottam végre.

### 3.2.2. A szimulált növényállományok és a károsítás beállításai a komplex vizsgálatban

A kukoricával végzett, komplex és nagyobb szabású térinformatikai szimulációk alapjául szolgáló táblamodellek méretének meghatározásakor figyelembe vettem a KIRÁLY & MAROSÁN (2016) és ANONYMUS (2021) által megadott határértékeket (1 ha, 3 ha, 10 ha, 30 ha, 100 ha, 300 ha), de azt is tekintetbe vettem, hogy REUTER & EDEN (2008) adatai szerint Magyarország megyéinek átlagos táblamérete (a szélerózióknak kitett, nagy kiterjedésű szántók vonatkozásában) 27,4 ha és 39,5 ha között alakult az IMAGE2000 műholdfelvétel-archívum feldolgozása alapján [SKOTÁK *et al.* (2021) adatai szerint Csehországban 20 ha az átlagos táblaméret]. Ennek ismeretében 100 ha-os, 150 ha-os és 300 ha-os táblák modellezését szükségtelennek tartottam, ezzel egyidejűleg az így megtartott legnagyobb (30 ha-os) tábla területét megduplázva beiktattam a 60 ha-os táblaméretet. Gyakorlati szempontból az 1 ha-os táblaméret vizsgálatát sem tartottam indokoltnak, mivel az 1 ha és a 3 ha közötti különbség nem számottevő, továbbá előbbi a kukoricatermesztés szempontjából sem tekinthető jelentősnek. A ténylegesen vizsgált területméretek ezek alapján a következők voltak: 3 ha, 10 ha, 30 ha, 60 ha.

A táblák modellezésekor azok alakja (azaz a négyszög oldalainak aránya) is fontos kérdés volt. Szintén REUTER & EDEN (2008) adatai alapján Magyarország megyéiben ez az érték átlagosan 1:1,65 és 1:1,96 között (míg a táblák hosszabbik oldala átlagosan 824 m és 961 m között) alakult. Saját munkámban a felső érték kerekítésével kapott 1:2 oldalarányt alkalmaztam [SKOTÁK *et al.* (2021) szerint Csehországban jellemzően 1:2 és 1:4 között alakul az érték]. A szimulációkhoz használt táblamodellek méreteit a **3. táblázat** foglalja össze.

A térinformatikai műveletek során mindvégig az Egységes Országos Vetület (EOV) rendszerében dolgoztam, ami metrikus rendszer lévén tökéletes alapot biztosított az általam létrehozott fedvényeknek. A modellezett növényállományok előállításához elsőként az elvetett magokat szimbolizáló pontrácsot (grid-et) hoztam létre a 60 ha-os tábla határvonalain belül. Az így kapott ponthalmaz attribútumtáblájában létrehoztam a későbbiek során használt összes mezőt, majd a kisebb táblák területét meghatározó poligonokba eső pontokat külön fájlokba mentettem, onnantól pedig ténylegesen külön végeztem bennük a további műveleteket. Mindezek mellett létrehoztam a pontrácsra illeszkedő vonalhálókat is, melyek függőleges vonalait töröltem. A megmaradt vízszintes vonalak a vetett sorokat reprezentálták, ezeket később, a mintavételezések alkalmával használtam fel.

A kukorica esetében szabványos, 76,2 cm-es (30 hüvelyk) sortávot (ANTAL 2000; ROSS *et al.* 2010) választottam. A várt végleges tőszám függ a fajtától, az esetleges öntözéstől, valamint az elérni kívánt terméseredménytől is. A ROSS *et al.* (2010) által javasolt vetőmagmennyiség öntözés nélkül 40.000 db/ha és 60.000 db/ha közt mozog, míg ANTAL (2000) szerint – FAO-számtól

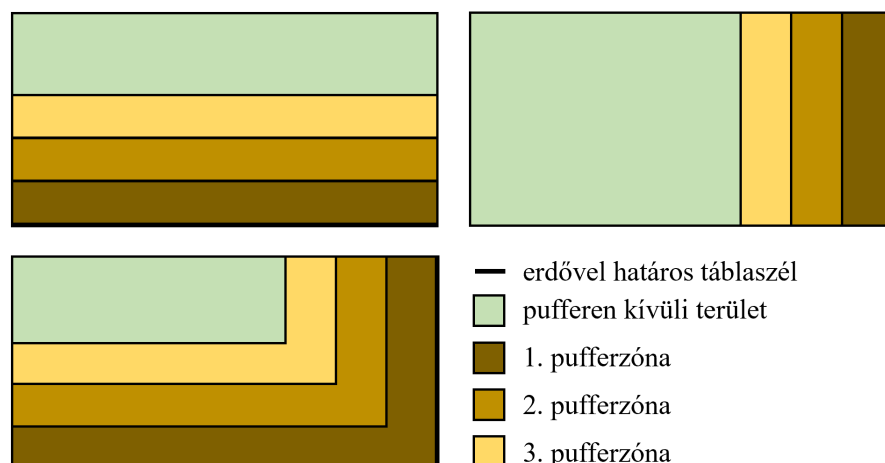
függően – 55-80.000 db/ha. Saját táblamodelljeimben ~65.000 db/ha vetőmagsűrűség elérése érdekében 20,15 cm tőtávolságot állítottam be, majd 90%-os kelési arányt (ROSS *et al.* 2010) szimulálva a pontok véletlenszerűen kiválasztott 10%-át töröltem.

A szántóföldi kultúrák károsítási aránya 0% (károsítatlan) és 100% (teljes mértékben elpusztított vagy betakaríthatatlanná tett növényállomány, ill. termés) között bármilyen értéket felvehet. Mivel érdekes kérdés, hogy az egyes becslési módszerek milyen hatékonyan tudják kimutatni a kisebb mértékű károsításokat, a legalacsonyabb szimulált kárárány 10% volt. Ezt 20%-os lépésekkel követte a 30%, az 50% és a 70%. Mivel a véletlenszerűtől eltérő térbeli káreloszlások a kárárány növelésével egyre kevésbé tarthatók, továbbá a valóságban a teljes károsításhoz közeli esetekben a gazdák valószínűsíthetően egyébként sem takarítanak be a termés néhány százaléknyi töredékét (különösen, ha a károsítatlan növények elszórtan találhatóak meg a táblán), a vizsgált legmagasabb károsítási arány 85% volt. Az egyes táblamodellekben ténylegesen felhasznált pontok számát a **3. táblázat** mutatja.

A különféle objektumok térbeli eloszlása DALE & FORTIN (2014) szerint alapvetően véletlenszerű (random), csoportosuló (pl. egy területrészen sűrűsödő vagy foltos), valamint szórt lehet (az egyenletes ebből a listából hiányzik). A vadkárbecslési módszerek tesztelése szempontjából ezek közül a legfontosabb a csoportosuló mintázat, de a véletlenszerű is lényeges. Utóbbit több, becslési módszereket vizsgáló tanulmányban (ENGEMAN *et al.* 1994; ENGEMAN & SUGIHARA 1998; ENGEMAN *et al.* 2005) is használták egyfajta kontrollként, mint a térbeli mintavételezés szempontjából ideális eloszlás. Saját munkámban minden szimulált táblán, minden károsítási arány esetében létrehoztam a meghatározott számú pont véletlen szelekciójával beállított random káreloszlást.

A csoportosuló káreloszlásokat a **2.4. alfejezetben** bemutatott vizsgálatok eredményeit szem előtt tartva dolgoztam ki. A táblával határos erdő hatását három különböző eshetőség szerint szimuláltam (az alapvetés az volt, hogy a tábla egy, vagy két szomszédos oldalon érintkezik erdővel). Az egy szegélyben sűrűsödő káreloszlás esetében mind a sorokkal párhuzamos hosszanti, mind az azokra merőleges (rövid oldali) táblaszegély szerepelt erdővel határosként. A két szegélyben sűrűsödő beállítás esetében derékszög alakban, egymással szomszédos oldalon modelleztem erdővel határos táblaszéleket. A károsított táblaszéleken három egyenlő mélységű zónát jelöltem ki, hogy a szegélytől távolodva fokozatosan csökkenthessem a károsítás mértékét. Mivel a táblák területe és oldalaik hosszúsága, valamint a károsítási arány is számottevő változatosságot mutat, nem tudtam mindenhol egységes zónaszélességeket tartani, azonban ezeket csak a különböző táblaméreték és oldalarányok közt változtattam, azokon belül az egyes károsítási

arányoknál módosítás nélkül alkalmaztam. A modellezett táblák erdővel határos szegélyének, valamint a pufferzónák elhelyezkedésének vázlatát a 30 ha-os táblák példáján a **28. ábra** mutatja.



**28. ábra** A modellezett táblák erdővel határos szegélyének, valamint a pufferzónák elhelyezkedésének vázlatát a 30 ha-os táblák példáján

A pufferzónák célzott mélysége 100 m volt. Ezt ott alkalmaztam, ahol a modellezett erdőszegélyre merőleges táblaoldal hossza legalább 500 m volt. Ahol az érték e küszöb alá csökkent, ott a mindenkori oldalhossz egyötödének megfelelő mélységű zónákat hoztam létre. A táblák oldalhosszait és a pufferzónák pontos mélységét a **3. táblázat** mutatja.

**3. táblázat** A kukoricatábla-modellek oldalhosszai és pufferzóna-mélységei (a vízszintes és függőleges kifejezés a **28. ábra** rendszerét követi), valamint a felhasznált pontok mennyisége

Terület (ha)	oldalhossz (m)		pufferzónák mélysége (m)		felhasznált pontok száma (db)
	vízszintes	függőleges	vízszintes	függőleges	
3	244,9	122,5	24,5	49,0	176 199
10	447,2	223,6	44,7	89,4	587 412
30	774,6	387,3	77,5	100,0	1 761 395
60	1 095,5	547,7	100,0	100,0	3 518 283

Alapvető kívánalom volt, hogy az erdővel szomszédos táblaszélhez legközelebb eső, 1-es számú pufferzónába (azon belül random eloszlással) essen a mindenkori károsítás 70%-a. A fennmaradó 30% a tábla többi részét (a 2-es és 3-as pufferzóna, valamint a zónákon kívül eső terület) egy egységként kezelve (szintén random eloszlással) került kijelölésre. Ahol az 1-es zóna kevesebb növényt tartalmazott, mint amennyi a teljes károsítás 70%-ának felelt volna meg, ott ezt a zónát teljesen károsítottként vettem figyelembe, majd a 70%-ból visszamaradt részt a 2-es számú zónába „csúsztattam”. Ahol az első két zóna növény száma együtt sem bizonyult elegendőnek, ott azok teljes károsítását követően a 3-as pufferzónát is igénybe vettem. Ebben a rendszerben az automatizált számolás során ott keletkeztek hibák, ahol a 2-es vagy a 3-as zónába a 70%-ból kevesebb károsított pont „került át”, mint ami a tábla fennmaradó részére eső károsított pontok

sűrűséget biztosította volna. Ezekben az esetekben előfordulhatott volna, hogy az erdőtől távolodva a 2-es pufferzónából a 3-asba vagy a 3-asból az erdőtől távoli táblarészbe átlépve megnő a károsított pontok sűrűsége. Ahol ez történt volna, ott a problémát generáló zónától kezdve – szintén az erdőtől távolodva – megtalálható összes pont és a további károsítandó pontok száma alapján egységes károsítás-sűrűséget kalkuláltam, amiből visszaszámíthattam az egyes táblarészekben károsítandó pontok mennyiségét.

A táblamodellek termésének értékét a 2020-as átlagos termés (8,58 t) és felvásárlási átlagár (49.808 Ft/t) alapján határoztam meg (**4. táblázat**).

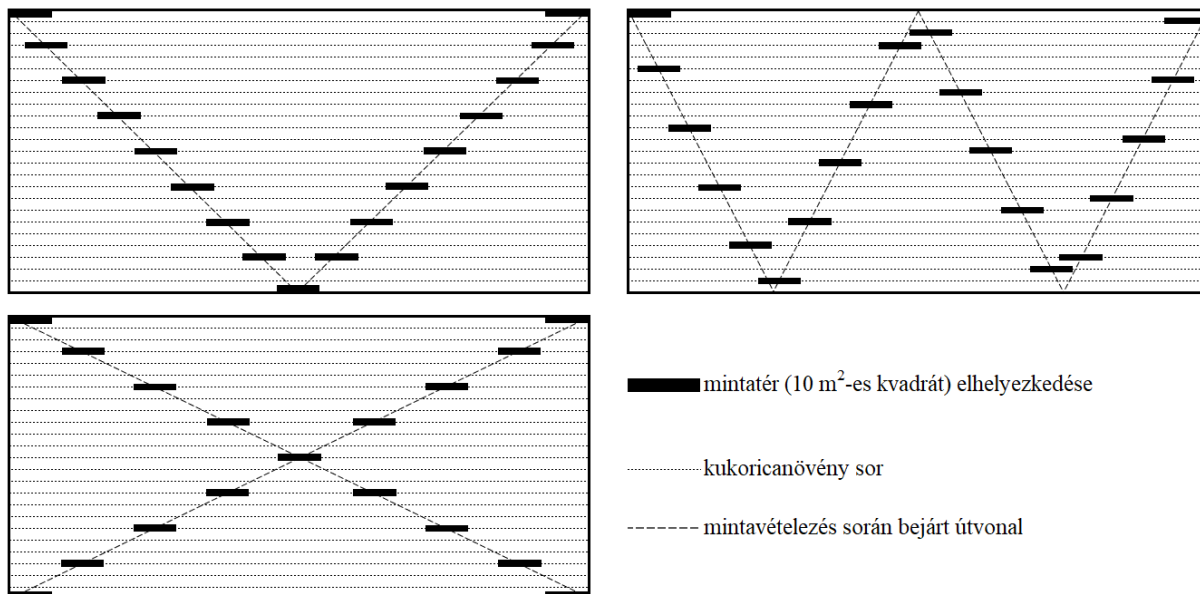
**4. táblázat** A szimulált kukoricatáblák termésének értéke

<b>Táblaméret (ha)</b>	<b>Termés értéke (Ft)</b>	<b>1% kár értéke (Ft)</b>
3	1 282 057	12 821
10	4 273 526	42 735
30	12 820 579	128 206
60	25 641 158	256 412

### **3.2.3. A vizsgált vadkárbecslési módszerek és a mintavételezés végrehajtása**

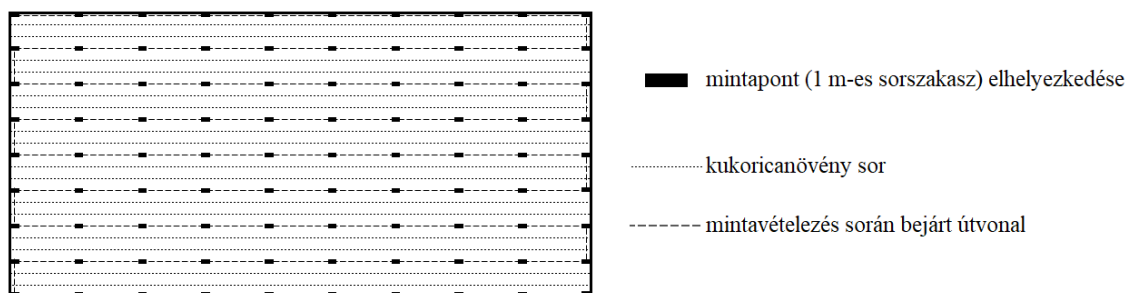
A kukorica esetében a **2.5. alfejezetben** leírt vadkárbecslési módszerek közül teszteltem a 0,001 ha (10 m<sup>2</sup>) területű kvadrátokon alapuló mintateres, valamint a pontrácsos („gödöllői”) eljárást is. Utóbbinak vizsgáltam egy korábban nem létező változatát is, ahol a szakértő a nála lévő 1 m-es mérőbotot nem csak az egyik, hanem a másik oldalán álló kukoricasorhoz odatartva is használja, tehát a 2 db 1 m-es sorszakasról rögzít adatokat. E mintavételezést értekezésemben „dupla pontrácsos” módszernek nevezem. Ezek mellett a – pontrácsoshoz hasonlóan korábban csak kutatási célra használt – párhuzamos transzekteket szintén bevontam a vizsgálatba.

A mintateres eljárás során a szakértő által bejárható útvonalak közül V, W és X alakú nyomvonalat egyaránt létrehoztam (**29. ábra**). A téglalap alakú kvadrátok hossza a 10 m<sup>2</sup>-es terület és a 76,2 cm-es sortáv mellett 13,12 m volt. A GIS környezetben a kvadrátokhoz poligonokat hoztam létre, majd ezeket a mindenkori mintaszámnak megfelelő számú, egyenlő hosszúságú szakaszokra osztott mintavételezési útvonalak töréspontjaira helyeztem. A modern publikációk (KIRÁLY & MAROSÁN 2016; ANONYMUS 2021) alapján alkalmazandó mintaszámok az általam vizsgált táblaméretnek vonatkozásában 15 és 25 között alakulnak. Saját vizsgálatomban minden táblaméretnél 10, 15, 20, 25 és 30 db-os mintaszámokkal dolgoztam.



29. ábra A mintavételezés során bejárt útvonal és a mintaterék elhelyezkedésének vázlata

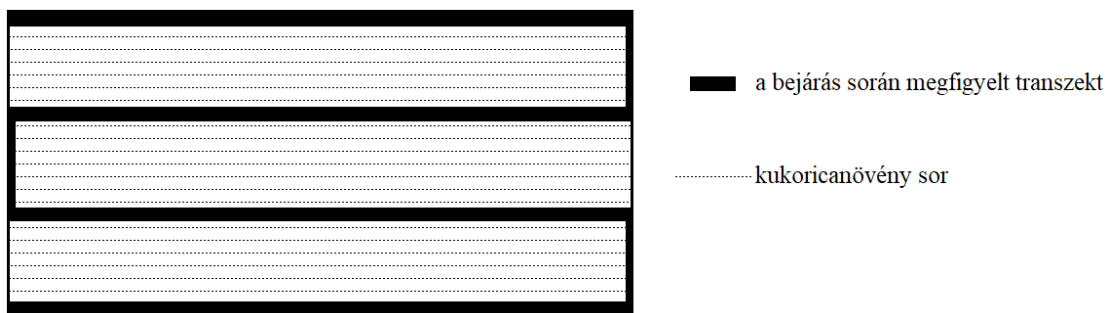
A pontrácsos módszer (BLEIER 2014; BLEIER *et al.* 2017b) esetében (30. ábra) különböző mintapont-sűrűségeket vizsgáltam. A legnagyobb elemszámú mintavételezésnél megtartottam minden ötödik növény sorra illeszkedő vonalat, ezeket 1 m hosszúságú szakaszokra tördeltem, amelyek közül ugyancsak minden ötödiket tartottam meg ( $5 \times 5$ -ös pontsűrűség). A pontrács ritkításakor minden lépcsőben kihagytam minden második vizsgált sort, a megmaradtakon belül pedig minden második mintapontot, így  $10 \times 10$ -es,  $20 \times 20$ -as,  $40 \times 40$ -es és  $80 \times 80$ -as mintapont-sűrűséget is teszteltem. A dupla pontrácsos módszernél ugyanezt a rendszert követtem, azzal a különbséggel, hogy ott egyszerre két szomszédos növény sorba tartozó, egymással szemben lévő 1 m-es sorszakasz jelentett egy mintapontot.



30. ábra A mintavételezés során bejárt útvonal és a pontrács kialakításának vázlata

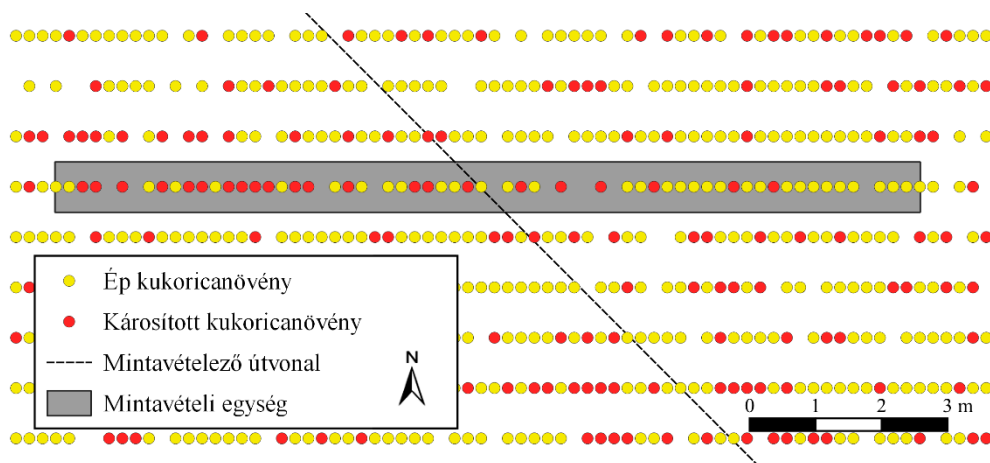
A párhuzamos transzsektek (DEVVAULT *et al.* 2007; RETAMOSA *et al.* 2008) kijelölésekor elsőként létrehoztam a két hosszanti oldal mentén elhelyezkedő, szélső sorpárt lefedő poligonokat, majd a táblán belül egyenletes távolságokon a megadott számú (3 ha és 10 ha esetében 2 db, 30 ha és 60 ha esetében 6 db) sorpárt lefedő poligonokat is. A vizsgált sorpárok végpontjait a módszer leírásának és a szakértő haladásának megfelelően szintén megfigyelt sávokat lefedő poligonokkal kötöttem össze (31. ábra), de mivel a merőleges szegősorokat nem modelleztem, a mintavételező

poligon szélessége nem a sortávval, hanem a tőtávolsággal egyezett meg (a rövid oldalon tehát a sorokra merőlegesen „haladva” minden sorból legfeljebb két növény került a mintába).



**31. ábra** A mintavételezés során bejárt és megfigyelt transzekt a 10 ha-os tábla példáján

A mintavételezéshez létrehozott poligonokba és sorszakaszokra eső, kukoricanövényeket szimbolizáló pontokat (**32. ábra**) pozíciójuk alapján szelektáltam, majd külön fájlba mentettem, hogy az attribútumtáblájuk tartalma alapján kiszámíthassam a becsült károsítási arányt.



**32. ábra** A modellezett növények és a mintavételi egység megjelenítése a térinformatikai szimulációban, a 10 m<sup>2</sup>-es mintateret példáján

A becsült érték számításakor minden esetben összeadtam a mintába került összes és károsított növény számát, majd a két összeg hányadosával fejeztem ki a károsítási arányt:  $(\sum KN / \sum ÖN) \times 100$ , ahol KN a károsított, ÖN pedig az összes növény számát jelöli.

A mintavételezéseket minden táblamodell és minden becslési módszer esetében 5-5 ismétléssel hajtottam végre. Ennek egyik indoka, hogy amennyiben több szakértő ugyanazon a táblán dolgozik, ugyanazt a módszert alkalmazva sem feltétlenül fognak pontosan ugyanoda esni a mintateraik vagy mintapontjaik (pl. nem ugyanabban a sorban kezdik a mintavételezést, nem jobbra, hanem balra húzzák ki a mintateret kijelölő zsinórt stb.), így ezeket a kis egyedi különbségeket is igyekeztem megjeleníteni a szimulációkban. A másik ok, hogy az ismétlések teszik lehetővé a becsléseket jellemző egyes paraméterek számítását, valamint a statisztikai vizsgálatok végrehajtását. A gyakorlatban az ismétléseket úgy valósítottam meg, hogy a teljes

mintavételi egység-szerkezetet a lehető legkisebb távolságra, adott irányban elcsúsztattam (pl. a pontrácsos sorszakaszokat 1 m-rel jobbra vagy 1 sorral lefelé stb.).

### 3.2.4. Statisztikai elemzés

A kapott becslési eredmények statisztikai, a költséghatékonyságot még nem számításba vevő elemzését négy részre osztottam. Az elsőben leíró céllal a teljes adatsorra ( $n = 10.400$ ), valamint az ötös ismétléscsoportokra vonatkozóan kigyűjtöttem a szélsőértékeket, ill. kiszámítottam a jellemző középértékeket.

Ezt követően – minden egyes ismétlés eredményét felhasználva – egytényezős varianciaanalízisekkel (ANOVA) kerestem, hogy milyen csoportokban célszerű vizsgálni azt, hogy a károsítás jellemzői hogyan befolyásolják a valós értéktől való eltérést. Bár a Shapiro-Wilk teszt alapján sem a bias, sem a PRB adatsor nem volt normál eloszlású, a nagy elemszámra való tekintettel nemparaméteres próba helyett mégis variancia-analízist (ANOVA) végeztem. A különböző módszereket mindenképp külön tartottam célszerűnek elemezni, a teljes adatsorra elvégzett ANOVA eredménye alapján pedig mind a bias ( $F_3 = 44,71$ ;  $p < 0,0001$ ), mind a PRB ( $F_3 = 34,67$ ;  $p < 0,0001$ ) értékét használva kimutatható volt a különbség az eltérő mintavételi eljárásokkal kapott becslési eredmények között. A mintateres módszernél ugyanez volt igaz a táblaméreték (bias:  $F_3 = 22,61$ ;  $p < 0,00001$ ; PRB:  $F_3 = 21,63$ ;  $p < 0,00001$ ), a mintavételi útvonalak (bias:  $F_2 = 40,85$ ;  $p < 0,00001$ ; PRB:  $F_2 = 16,68$ ;  $p < 0,00001$ ), továbbá a mintaelemszámok (bias:  $F_4 = 39,69$ ;  $p < 0,00001$ ; PRB:  $F_4 = 38,16$ ;  $p < 0,00001$ ) esetében is. A pontrácsos módszernél szintén szignifikánsan befolyásolták a becslési eredményeket a táblaméreték (bias:  $F_3 = 55,39$ ;  $p < 0,00001$ ; PRB:  $F_3 = 45,14$ ;  $p < 0,00001$ ), valamint a pontrácssűrűségek (bias:  $F_4 = 4,006$ ;  $p = 0,003061$ ; PRB:  $F_4 = 3,932$ ;  $p = 0,00349$ ) is. A dupla pontrácsos módszer becslési eredményeit ugyancsak szignifikánsan befolyásolták a táblaméreték (bias:  $F_3 = 24,04$ ;  $p < 0,00001$ ; PRB:  $F_3 = 27,34$ ;  $p < 0,00001$ ), valamint pontrácssűrűségek (bias:  $F_4 = 8,081$ ;  $p < 0,00001$ ; PRB:  $F_4 = 7,474$ ;  $p < 0,00001$ ) is. Mivel a párhuzamos transzekt módszer esetében nem alkalmaztam különböző mintanagyságokat, ott csak a táblaméreték hatását tudtam vizsgálni, ami csak a bias ( $F_3 = 3,126$ ;  $p = 0,0258$ ) értékét befolyásolta szignifikánsan. A Tukey post hoc tesztek szerint nem minden páronkénti összehasonlításban adódott statisztikailag igazolható különbség, azonban azt találtam megfelelőnek, ha nem alkotok részleges összevonásokat, hiszen azokat szakmai szempontból kevésbé lehetne értelmezni. Ennek megfelelően – a módszerek sajátosságainak figyelembe vételével – a mintanagyságok, a táblaméreték, ill. a mintateres módszer esetében a mintavételi útvonalak minden lehetséges kombinációjában, kétutas varianciaanalízisekkel (ANOVA) külön-külön megvizsgáltam, hogy a



kár térbeli eloszlása és valós aránya, továbbá ezek interakciója hogyan befolyásolta a bias és a PRB értékét. A Shapiro-Wilk teszt az e csoportok szerint bontott adatsorok normál eloszlását nem minden esetben igazolta, de az összevethető, egységes eredmény sor érdekében ezúttal is a paraméteres próba elvégzése mellett döntöttem. A varianciaanalízisekkel vizsgált csoportok páronkénti összehasonlítását Tukey post hoc teszttel végeztem el.

A harmadik szakaszban elemeztem, hogy a mintateres módszernél hogyan alakultak a becslési eredmények a különböző mintavételi útvonalak esetében.

Utolsóként az alábbiakban bemutatott paramétereket számítottam ki az ötös ismétléscsoportokra vonatkozóan, majd minden táblamodell esetében megkerestem, hogy az egyes mutatók szempontjából melyik becslési módszer, melyik mintaszámmal vagy mintapontsűrűséggel adta a legjobb, valamint a leggyengébb eredményt, a módszereket pedig ezen információkat összesítve is értékeltem.

A becslések pontosságát többek között a véletlen hiba (véletlen ingadozás) értékével jellemeztem, ami a variancia négyzetgyökével, vagyis becslés standard hibájával (Standard Error -  $SE$ ) írható le:  $SE = \sqrt{var(\hat{k})}$ , ahol  $\hat{k}$  a becslés (REICZIGEL *et al.* 2010). Ezt a paramétert minden becslés ötszöri ismétlése esetében megadtam.

A becslés hibájának eloszlását jellemző klasszikus mutató az átlagos négyzetes eltérés (Mean Squared Error -  $MSE$ ). Ez a valós érték és az egyes becslések közötti eltérések négyzetének átlagaként számítható ki:  $MSE = E[(\hat{k} - k)^2]$ , ahol  $\hat{k}$  a becslés,  $k$  a valós érték,  $E(X)$  pedig az  $X$  változó várható értéke, azaz átlagértéke. A becslés annál pontosabb, minél kisebb az átlagos négyzetes eltérés (akárcsak a véletlen hiba esetében) (REICZIGEL *et al.* 2010). Az  $MSE$  értékét szintén minden becslés öt ismétléséhez kiszámítottam.

A tendenciózus hiba, vagyis a torzítás (*bias*) a becslés értékének a valós értéktől való eltérése:  $bias(\hat{k}) = E(\hat{k} - k)$ , ahol  $\hat{k}$  a becslés,  $k$  a valós érték,  $E(X)$  pedig az  $X$  változó várható értéke, azaz átlagértéke. 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 (tehát 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 *et al.* 2010), így a torzítás iránya a becslések öt-öt ismétlésének átlaga alapján meghatározható. A torzítást nem csupán az ötös ismétléscsoportok átlaga és a valós érték különbsége alapján adtam meg, hanem minden egyes becslés esetében kiszámítottam, ezeket az értékeket pedig további elemzésekben használtam fel (pl. a becslést befolyásoló tényezők azonosításához). Értekezésemben a negatív és pozitív irányú torzítást egyenrangú problémaként

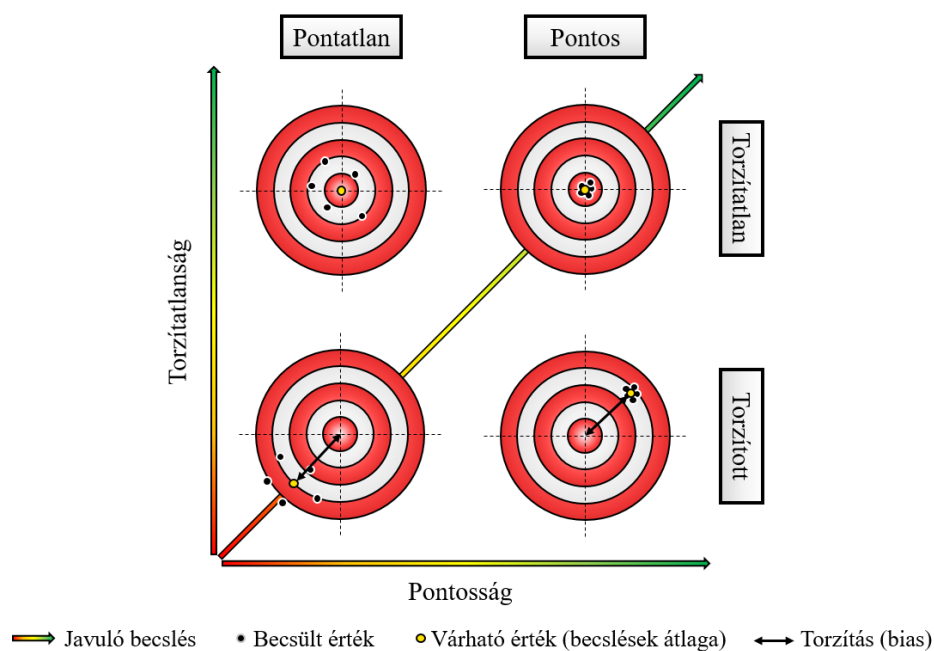
kezeltém, mivel a becslési módszerek korrekt értékelése szempontjából sem a vadgazdálkodó, sem a földhasználó javára történő tévedés nem kívánatos.

A becslések jellemzésére szolgáló további mutató a relatív hiba (Percentage Relative Bias - *PRB*), ami a becült és a valós érték különbsége (*bias*) a valós érték százalékos arányában kifejezve (REICZIGEL *et al.* 2010). Számítása az alábbi módon történik, ahol *k* a valós kár:

$$PRB = \frac{bias \times 100}{k}$$

A relatív hiba értéke a térítendő kárösszeg szempontjából kevésbé lényeges, hiszen egy adott táblán 1% tévedés akkor is ugyanakkora összeget jelent, ha pl. 10% helyett 11% vagy 60% helyett 61% a becült érték (holott utóbbi esetben a PRB sokkal kisebb). Ezzel szemben az egyes becslési módszerek értékelése során fontos információt szolgáltat arról, hogy a károsítás valós arányát változtatva, ahhoz viszonyítva észlelhető-e változás a tévedés mértékében.

A becslés akkor a legjobb, ha véletlen hibája (SE) és torzítása is kicsi. A becslések minőségét a kettő kombinációjával jellemezhetjük, ennek lehetséges eseteit a **33. ábra** mutatja.



**33. ábra** A becslések pontosságának és torzításának szemléltetése – a valós értéket minden esetben a céltábla középpontja mutatja [REICZIGEL *et al.* (2010) nyomán]

A fogalmi tisztázás érdekében fontosnak tartom megemlíteni, hogy az angolban a pontosságra két szót használnak: az *accuracy* a valódi értéktől való eltérésre utal, míg a *precision* a véletlen hibára. A becslések jellemzésére fellelhető még többek között az ismételhetség (*repeatability*) és a megbízhatóság (*reliability*) is (REICZIGEL *et al.* 2010). Dolgozatomban a pontosság egyes változatait nem különböztetem meg, az alatt elsősorban az SE értékét értem (vagyis azt, hogy az ismétlések eredményei mennyire esnek közel egymáshoz). A torzítás az általam alkalmazott terminológia szerint a *bias*-t takarja. A megbízhatóság kifejezéssel magyarul

is találkozhatunk a becslések kapcsán, de általában tisztázatlan, hogy mely paramétert értik alatta. A szó használatát ezért önmagában nem tartom szerencsésnek, helyette célszerűbbnek tartom csak az egyidejűleg pontos és torzítatlan becslést megbízhatónak nevezni (további kérdéseket vet fel, hogy az SE és a bias mely értékeiktől nevezhetünk egy becslést pontosnak és torzítatlannak).

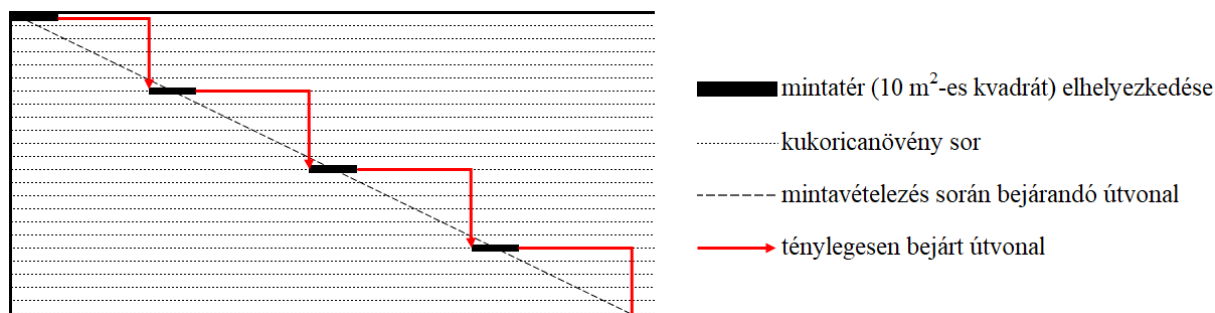
A statisztikai elemzésekhez a MS Office Excel 2013 és 2021 táblázatkezelők mellett Past 4.08 (HAMMER *et al.* 2001) szoftvert használtam.

### 3.2.5. A költséghatékonyság elemzése

A gyakorlat számára az egyes becslési módszerek statisztikai mutatók alapján való értékelésén túl az is fontos, hogy a mintavételezés mekkora időbefektetést kíván a szakértő részéről, így mekkora munkadíjat eredményez. Belátható, hogy hiába megbízható egy módszer, ha olyan költséges az alkalmazása, amit az érintett felek nem finanszíroznak, ill. olyan hosszú időt vesz igénybe, hogy a szakértők akkor sem fogják alkalmazni, ha tudható, hogy alacsony torzítás várható tőle. Ezt befolyásolja a mintateres módszer esetében a mintaterek száma, valamint a pontrácsos és dupla pontrácsos módszernél a mintapontok sűrűsége. A költséghatékonyság vizsgálatának első lépésében azt elemeztem, hogy az esetek mekkora részében csökkent a becslés valós értéktől való eltérése a mintaszám, ill. a pontrács sűrűségének növelésével. Mivel a párhuzamos transzekt módszert csak a leírással pontosan megegyező módon, különböző mintaméretek beállítása nélkül teszteltem, ez a kérdés ott nem volt releváns.

A második szakaszban a szimulált kukoricatáblák mindegyikénél, minden mintavételezés esetében kiszámítottam, hogy a valóságban mennyi időt vett volna igénybe a munka elvégzése. Ehhez a **3.1.2. alfejezet**ben szereplő módszerrel gyűjtött, majd a **4.1.2. alfejezet**ben ismertetett adatokat használtam fel. Mivel a mintavételezési egységekben eltöltött idő és a mért gyaloglási sebességek Kolmogorov-Smirnov teszttel ellenőrzött normál eloszlása lehetővé tette, azok – mediántól csekély mértékben eltérő – átlagát alkalmaztam. A mintavételezés időráfordítását az átlagokat fél perc pontossággal, értéktől függetlenül felfelé kerekítve határoztam meg. Az így kapott időszükséglet az 1 m-es és  $2 \times 1$  m-es sorszakaszok esetében egyaránt 0,5 perc, a 0,001 ha-os kvadrátnál 2 perc, míg egy 20 m-es transzekt szakasz esetében 3 perc volt.

A vadkárbecslés során bejárando útvonal hosszát az egyes módszerek sajátosságai szerint számítottam ki, majd a mintaelemszám, valamint az általam mért átlagos haladási sebesség (sorokkal párhuzamosan 1,29 m/s, a sorokra merőlegesen pedig 0,56 m/s) segítségével meghatároztam a becsléshez szükséges időtartamot. A mintateres módszer esetében a bejárando útvonalat a valós, lépcsőzetesen haladó gyakorlattal összhangban, a sorokkal párhuzamos, valamint azokra merőleges szakaszokból állítottam össze (**34. ábra**).



**34. ábra** A vadkárbecslés során ténylegesen bejárt út vonal a mintateres módszer esetében

A munka költségének számításával kapcsolatban elmondható, hogy „az igazságügyi szakértők díjazásáról” szóló 3/1986. (II. 21.) IM rendelet szerint az igazságügyi szakértői tevékenység óradíja bírósági tárgyaláson kívül megkezdett óránként 6.000 Ft (2023. 01. 01-től 8.000 Ft), ugyanakkor ismert tény, hogy a vadkár szakértői tevékenység díja az egyezségi vagy a jegyzői szakaszban ezt jelentősen meghaladja. Mivel publikusan elérhető, valós óradíjak nem álltak rendelkezésemre, felkerestem három gyakorlót, a szakmában jellemző árazást ismerő szakértőt (a megkérdezettek mindegyike a neve feltüntetésének mellőzését kérte). Elmondásuk alapján a jellemző összegek 15.000 Ft/h és 20.000 Ft/h között mozognak (bár volt, aki említett 25.000 Ft-os óradíjat is). Ennek ismeretében saját munkámban közepes, 17.500 Ft-os óradíjjal számoltam ki a becslések szakértői költségét. A munkadíj kalkulálása során kifejezetten a terepi munkára szorítottam, az utazási idő esetleges felszámolását, ill. a szakvélemény elkészítésének idejét nem vettem figyelembe, hiszen azok nem függenek a táblamérettől vagy az alkalmazott mintavételezési módszertől. A pontos összeget a megkérdezett szakértők tájékoztatása alapján megkezdett 0,5 órát figyelembe véve adtam meg, tehát pl. egy 2,2 órát igénybe vevő mintavételezés esetében a szakértő terepi munkájának költsége  $2 \times 17.500 \text{ Ft} + 0,5 \times 17.500 \text{ Ft} = 43.750 \text{ Ft}$  volt.

A költséghatékonyság értékelésének zárásaként 16 táblamodell-csoportban, 6 szempont szerint rangsoroltam a becsléseket (a bias és a PRB abszolút értéke, SE, MSE, pontos munkaidő, munkadíj) úgy, hogy a legjobb értéket (pl. abszolút értékben legkisebb torzítás, legrövidebb munkaidő stb.) mutató becslés 1 pontot kapott, a leggyengébbhez pedig a lista elemszámából adódó legnagyobbat rendeltem. A csoportokat a 4 táblaméretben belül a 4 térbeli eloszlás adta, mivel előbbi paramétert a szakértő pontosan ismeri, utóbbira pedig a számos korábbi kutatási eredmény alapján jó előrejelzést tehet (elsősorban a tábla körüli erdősültség ismeretében). Az összegzett rangsort úgy számítottam ki, hogy minden becslés esetében összeadtam a különböző szempontok alapján adott pontokat, és a legkisebb összeget kapót soroltam a ranglista elejére. Ebből a ranglistából készítettem egy szűkített szempontrendszer szerinti változatot is, ahol a bias,

az SE és a munkaidő alapján kapott pontszámokat összegeztem (ezen paramétereket találtam a legegyszerűbben magyarázhatónak és gyakorlati szempontból a legfontosabbaknak).

Azokat az eseteket, amelyekben a mintavételezés a valóságban nem lenne elvégezhető legfeljebb egy átlagos munkanap (8 óra) alatt, a rangsoroláskor nem vettem figyelembe, hiszen nem életszerű, hogy egy vadkárszakértő olyan mintavételezési módszerrel dolgozzon, amivel egy táblát egy nap alatt nem tud megmintázni.

### **3.3. Térinformatikai szimulációk őszi búzában**

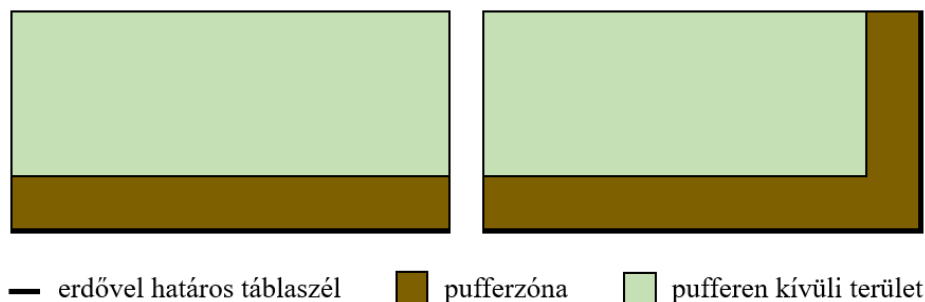
#### **3.3.1. A szimulált növényállomány és a károsítás beállításai**

A búza térinformatikai szimulációjánál komoly problémát jelent, hogy a kukoricához viszonyítva sokkal több (akár százszoros mennyiségű) pont modellezésére van szükség, ami jelentősen megnehezíti, ill. lelassítja a munkát. Nagyobb táblákkal való munka közben ez gyakran ahhoz vezet, hogy egyszerű műveletek is több tíz óra alatt futnak le, és/vagy a térinformatikai szoftverek össze is omlanak (ezt bizonyos méret felett a használt számítógép specifikációnak erősítése sem oldja meg). Ennélfogva azt a döntést hoztam, hogy saját munkámban kizárólag 3 ha-os mérettel és [REUTER & EDEN (2008) oldalarányokra vonatkozó adatait figyelembe véve] 1:2 oldalaránnyal (így 245 m és 122,5 m oldalhosszúsággal) modellezek táblákat.

Vizsgálataimban a búza sortávolsága a hagyományos 12 cm (ANTAL 2000) volt. A hektáronkénti vetőmagszám ANTAL (2000) alapján – a fajta bokrosodási jellemzőinek függvényében – 5-6.000.000 db/ha, míg LEE *et al.* (2009) 3.229.170 db/ha és 3.767.365 db/ha vetéskori tőszámot, valamint 2.691.000 db/ha kívánt végleges tőszámot említ. A szántóföldi növények nemzeti fajtajegyzékében (NEMZETI ÉLELMISZERLÁNC-BIZTONSÁGI HIVATAL 2020) hektáronként 3.500.000 db és 5.800.000 db közti ajánlott vetőmagmennyiséggel rendelkezők is szerepelnek. A búza kelési aránya HERBEK & MURDOCK (2009) szerint 75% és 95% között változhat. Saját szimulációimban ~5.000.000 db/ha vetett szem elérésére törekedtem, ezért 1,67 cm tőtávolsággal dolgoztam. Kelési arányként a fenti intervallum középértékét, 85%-ot állítottam be, ennek megfelelően a pontok véletlenszerűen kijelölt 15%-át töröltem. A ténylegesen felhasznált pontok száma 12.729.624 db volt (ez a 60 ha területű kukoricatábla-modell pontmennyiségének több, mint 3,5-szerese).

A beállított károsítási arányok 10%, 30%, 50% és 70% voltak. A térbeli káreloszlás véletlenszerű (random) változatát – a kukoricához hasonlóan – ezúttal is véletlen szelekcióval hoztam létre. További eloszlásként egy, ill. két táblaszegélyben sűrűsödő kármintázat egy-egy

típusát alakítottam ki, amihez 30 m széles pufferzónát hoztam létre az erdővel határos táblaszegély mentén (**35. ábra**).



**35. ábra** A modellezett őszi búza táblák erdővel határos szegélyének, valamint a pufferzónák elhelyezkedésének vázolata

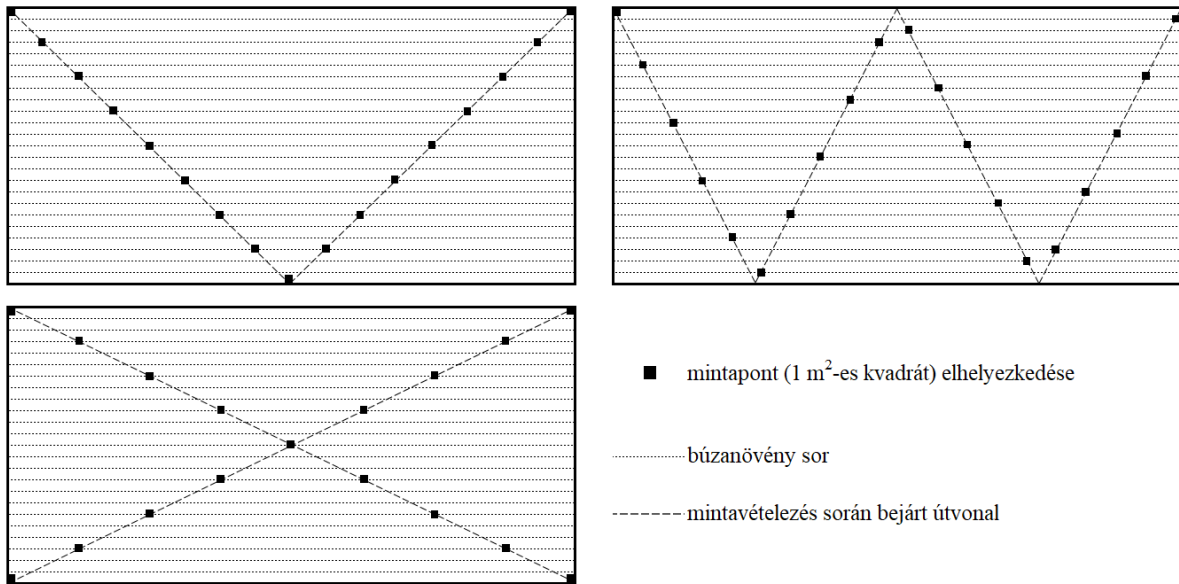
Arra törekedtem, hogy a mindenkori károsítás 80%-a ezekbe a pufferzónákba essen (azokon belül véletlenszerű eloszlással), a további károsítandó pontok pedig random eloszlással a zónán kívül helyezkedjenek el. Ez a szegélybe eső pontok mennyisége miatt az egy szegélyben sűrűsödő károsításnál csak a 10%-os, a két szegélyben sűrűsödő eloszlásnál pedig csak a 10% és 30%-os károsítási arány esetében valósulhatott meg. A többi tábla esetében a pufferzónát 100%-ban károsítottam, minden további károsítás pedig véletlen eloszlással került a tábla pufferen kívül eső részébe (**19. melléklet**).

A táblák termésének értékét a 2020-as átlagos termés (5,47 t) és felvásárlási ár (54.802 Ft/t) alapján 899.301 Ft-ban határoztam meg, így 1% károsítás 8.993 Ft bevételkiesést jelentett.

Fontosnak tartom megjegyezni, hogy az itt szereplő beállítások azért térnek el jelentősen a **3.2.2. alfejezet**ben olvasható paraméterektől, mert a búzával végzett szimulációkat egyfajta előzetes vizsgálatként, még a szélesebb körű GIS szimulációk kukoricatábla-modelljeinek kidolgozása előtt hajtottam végre, a vizsgálat végén pedig be kellett látnom, hogy a korábban említett technikai problémák miatt a jelenleg számomra elérhető szoftveres és hardveres háttérrel búzánál nem megvalósítható a kukoricánál elvégzetthez hasonló volumenű munka. Ezzel együtt mindenképp szerettem volna ezt a vizsgálatot is megjeleníteni az értekezésemben, mivel korábban ehhez hasonló összehasonlítás sűrű sortávú kultúrák vadkárbecslési módszereinek tekintetében még ilyen részletességgel (a következő, **3.3.2. alfejezet**ben megadott módon összesen 2.700 db egyedi becslési eredményt állítottam elő) sem készült.

### **3.3.2. A vizsgált vadkárbecslési módszerek és a mintavételezés végrehajtása**

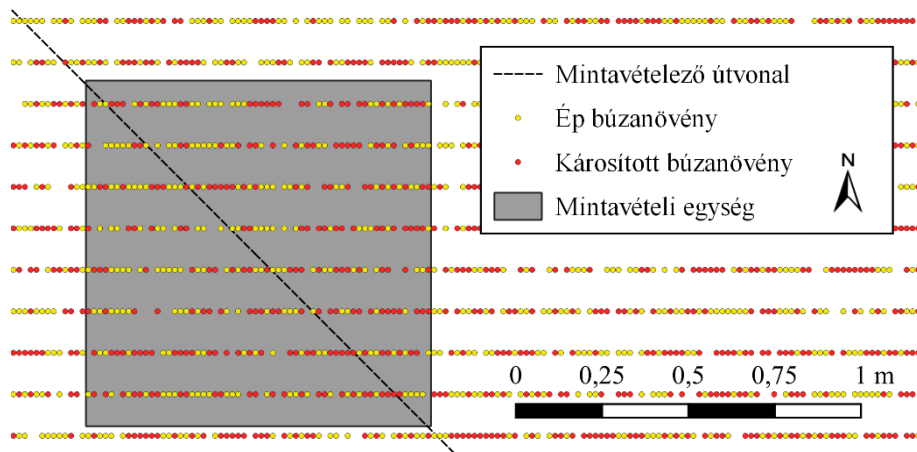
A vadkárbecslés során a szakértő által bejárható útvonalak közül V, W és X alakú nyomvonalat egyaránt létrehoztam (**36. ábra**), továbbá három különböző mintavételi egységet teszteltem: 1 m<sup>2</sup> területű, négyzet alakú kvadrát, ill. 1 m és 10 m hosszúságú sorszakasz.



**36. ábra** A mintavételi útvonal és a mintavételi egységek elhelyezkedésének vázlata az 1m<sup>2</sup>-es kvadrátok példáján

A GIS környezetben a kvadrátokhoz poligonokat, a sorszakaszokhoz pedig vonalszakaszokat hoztam létre, majd ezeket a mindenkori mintaszámnak megfelelő számú, egyenlő hosszúságú szakaszokra osztott mintavételezési útvonalak töréspontjaira helyeztem. Sűrű sortávú kultúrákban, 3 ha-os táblaméret mellett az ajánlott mintaszám a **2.5.3. alfejezetben** szereplő források szerint 6 és 25 db között alakul. Saját vizsgálatomban 10, 15, 20, 25 és 30 db-os mintaszámokkal dolgoztam.

A mintavételi egységekbe eső, búzanövényeket szimbolizáló pontokat (**37. ábra**) pozíciójuk alapján szelektáltam, majd külön fájlba mentettem, hogy az attribútumtáblájuk tartalma alapján kiszámíthassam a becsült károsítási arányt.



**37. ábra** A modellezett növények és a mintavételi egység megjelenítése a térinformatikai szimulációban, az 1 m<sup>2</sup>-es mintaterék példáján

A becsült érték számításakor minden esetben összeadtam a mintába került összes és károsított növény számát, majd a két összeg hányadosával fejeztem ki a károsítási arányt:  $(\sum KN / \sum \ddot{O}N) \times 100$ , ahol KN a károsított,  $\ddot{O}N$  pedig az összes növény számát jelöli. A

mintavételezéseket – a kukoricánál kifejtett okból és megoldással – minden táblamodell és minden becslési módszer esetében öt-öt ismétléssel hajtottam végre.

### 3.3.3. Statisztikai elemzés

A költséghatékonyságot még számításba nem vevő, pusztán statisztikai elemzést a kukorica vadkárbecslési módszereinek komplex vizsgálatához (lásd **3.2.4. alfejezet**) hasonlóan négy részre osztottam. Elsőként leíró céllal a teljes adatsorra ( $n = 2.700$ ), valamint az ötös ismétléscsoportokra vonatkozóan kigyűjtöttem a szélsőértékeket, ill. kiszámítottam a jellemző középértékeket.

Ezt követően – minden egyes ismétlés eredményét felhasználva – egytényezős varianciaanalízisekkel (ANOVA) kerestem, hogy milyen csoportokban célszerű vizsgálni azt, hogy a károsítás jellemzői hogyan befolyásolják a valós értéktől való eltérést. Bár a Shapiro-Wilk teszt alapján sem a bias, sem a PRB adatsor nem volt normál eloszlású, a nagy elemszámra való tekintettel nemparaméteres próba helyett mégis variancia-analízist (ANOVA) végeztem. A teljes adatsorra elvégzett ANOVA eredménye alapján mind a bias ( $F_2 = 9,283$ ;  $p < 0,0001$ ), mind a PRB ( $F_2 = 6,223$ ;  $p = 0,002$ ) értékét használva különbség volt kimutatható az eltérő mintavételi egységekkel kapott becslési eredmények között. Ugyanez volt igaz a mintavételi útvonalak (bias:  $F_2 = 5,913$ ;  $p = 0,002739$ ; PRB:  $F_2 = 8,472$ ;  $p = 0,0002149$ ), továbbá a mintaelemszámok (bias:  $F_4 = 166,6$ ;  $p < 0,00001$ ; PRB:  $F_4 = 141,6$ ;  $p < 0,00001$ ) esetében is. A Tukey post hoc tesztek szerint a mintavételi egységek és a mintaelemszámok esetében nem minden páronkénti összehasonlításban adódott szignifikáns különbség, azonban azt találtam megfelelőnek, ha nem alkotok részleges összevonásokat, hiszen azokat szakmai szempontból kevésbé lehetne értelmezni. Ennek megfelelően a mintavételi egységek, az útvonalak és a mintaszámok minden (összesen 45) kombinációjában, kétutas varianciaanalízisekkel (ANOVA) külön-külön megvizsgáltam, hogy a kár térbeli eloszlása és valós aránya, továbbá ezek interakciója hogyan befolyásolta a bias és a PRB értékét. A Shapiro-Wilk teszt az e csoportok szerint bontott adatsorok normál eloszlását nem minden esetben igazolta, de az összevethető, egységes eredmény sor érdekében ezúttal is a paraméteres próba elvégzése mellett döntöttem. A varianciaanalízisekkel vizsgált csoportok páronkénti összehasonlítását Tukey post hoc teszttel végeztem el.

A harmadik szakaszban vizsgáltam, hogy hogyan alakulnak a becslési eredmények a különböző mintavételi útvonalak esetében.

Utolsóként az ötös ismétléscsoportokra vonatkozóan kiszámítottam a bias, a PRB, az SE és az MSE értékét, majd minden táblamodell esetében megkerestem, hogy az egyes mutatók



szempontjából melyik mintavételi egység, melyik mintaszámmal adta a legjobb eredményt, a „különböző módszereket” pedig ezen információkat összesítve is értékeltem.

A statisztikai elemzésekhez a MS Office Excel 2013 és 2021 táblázatkezelők mellett Past 4.08 (HAMMER *et al.* 2001) szoftvert használtam.

#### **3.3.4. A költséghatékonyság elemzése**

A költséghatékonyságot szintén a kukoricánál, a **3.2.5. alfejezet**ben szereplő leíráshoz hasonlóan értékeltem. Első lépésben azt elemeztem, hogy az esetek mekkora részében csökkent a becslés valós értéktől való eltérése a mintaszám növelésével.

Ezt követően a szimulált búzatáblák mindegyikénél, minden mintavételezés esetében kiszámítottam, hogy a valóságban mennyi időt vett volna igénybe a munka elvégzése. Ehhez a **3.1.2. alfejezet**ben szereplő módszerrel gyűjtött, majd a **4.1.2. alfejezet**ben ismertetett adatokat használtam fel. Mivel a mintavételezési egységekben eltöltött idő és a mért gyaloglási sebességek Kolmogorov-Smirnov teszttel ellenőrzött normál eloszlása lehetővé tette, azok – mediántól csekély mértékben eltérő – átlagát alkalmaztam. A mintavételezés időráfordítását az átlagokat fél perc pontossággal, értéktől függetlenül felfelé kerekítve határoztam meg. Az így kapott időszükséglet az 1 m-es sorszakaszok esetében 2 perc, a 10 m-es sorszakaszoknál 9,5 perc, míg az 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátok esetében 6,5 perc volt.

A becsléshez szükséges időtartamot a mintaelemszám, valamint az általam mért átlagos haladási sebesség (1,71 m/s) segítségével határoztam meg.

A becslések szakértői költségét a **3.2.5. alfejezet**ben ismertetett 17.500 Ft-os óradíjjal, ugyancsak a megkezdett 0,5 órát figyelembe véve számítottam ki.

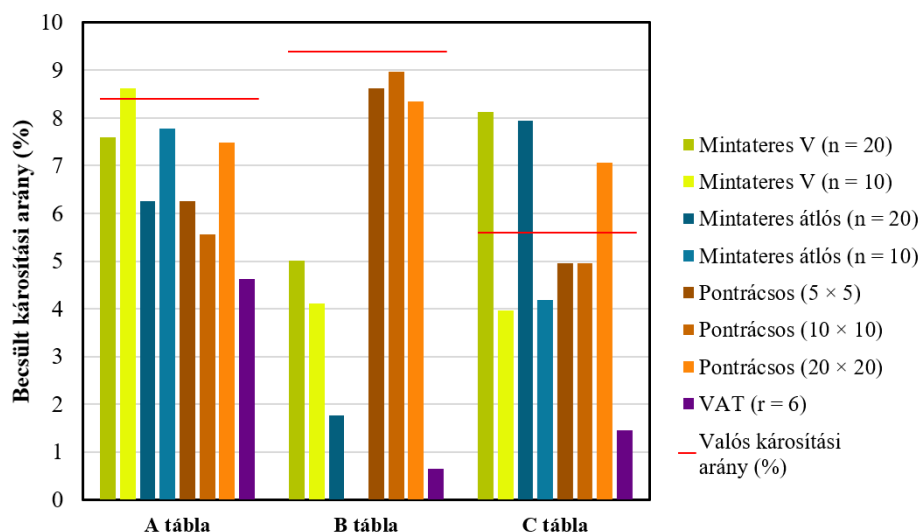
Zárásként a három különböző térbeli eloszlás szerint csoportosítva, 6 szempont alapján rangsoroltam a becsléseket (a bias és a PRB abszolút értéke, SE, MSE, pontos munkaidő, munkadíj) úgy, hogy a legjobb értéket (pl. abszolút értékben legkisebb torzítás, legrövidebb munkaidő stb.) mutató becslés 1 pontot kapott, a leggyengébbhez pedig a lista elemszámából adódó legnagyobbat társítottam. Az összegzett rangsort úgy számítottam ki, hogy minden becslésnél összeadtam az egyes szempontok alapján adott pontokat, és a legkisebb összegű került a ranglista elejére. A rangsorból készítettem egy szűkített szempontrendszer szerinti változatot is, ahol a bias, a Standard Error és a munkaidő alapján kapott pontszámokat összegeztem (e paramétereket találtam a legegyszerűbben magyarázhatónak és gyakorlati szempontból a legfontosabbaknak).

## 4. Eredmények

### 4.1. A terepi vizsgálatok eredményei

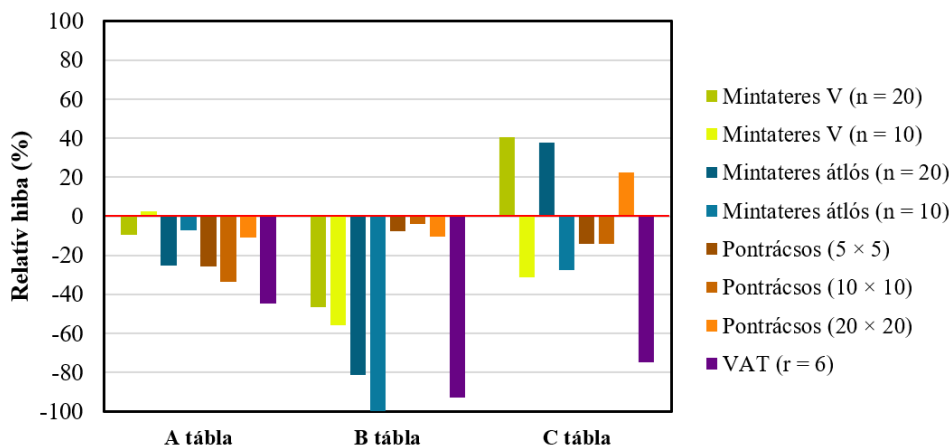
#### 4.1.1. A pilot vizsgálat eredményei

A kukoricatáblákon végzett mintavételezések (38. ábra) során a B táblán kizárólag, míg az A táblán egy kivétellel minden esetben alulbecslés történt. A C táblán három módszer egy-egy mintanagysággal túlbecsülte a beállított kárárányt. A valós és a becült érték közti legnagyobb különbséget – a ténylegesen 0%-nál nagyobb értéket mutató módszerek közül – mindhárom táblán a VAT adta. A legkisebb torzítást az A táblán a V elrendezésű mintateres (n = 10) módszer, a B és a C táblán pedig a pontrácsos (10 × 10, ill. 5 × 5 és 10 × 10) becslés eredményezte.



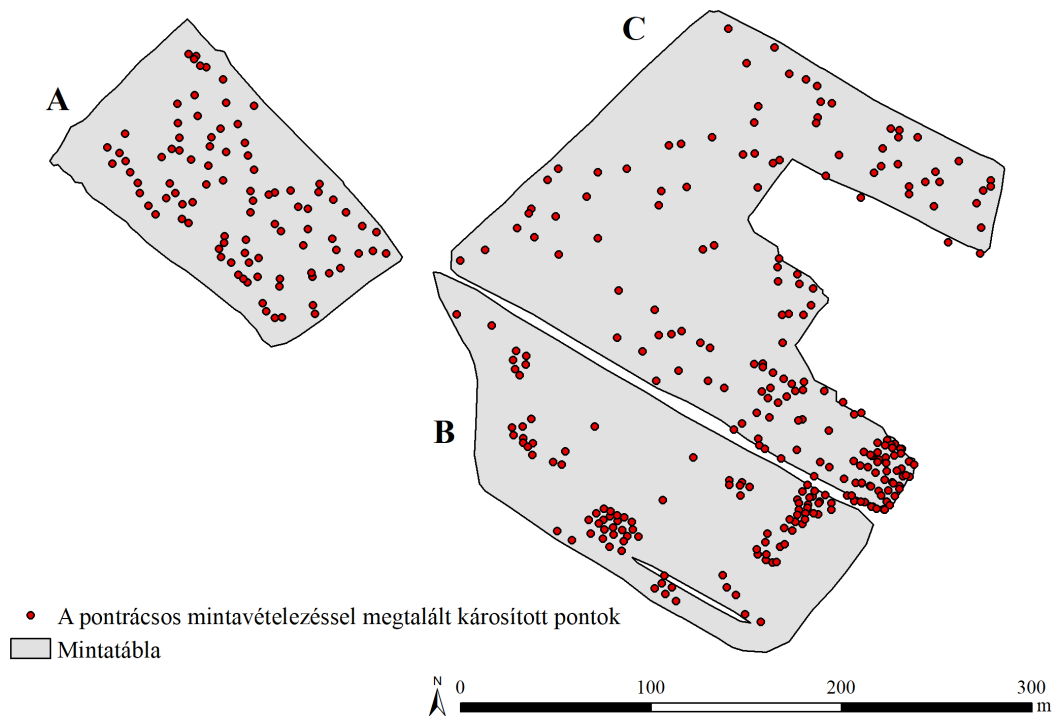
38. ábra A mintavételezések eredményei a pilot vizsgálatban

Érdekeség, hogy a foltosan károsított B táblán a mintateres módszer dupla átlós (X) elrendezésével, 10 db-os mintaszám mellett egyetlen károsítottnak jelölt növény sem esett a mintavételi egységekbe, így a relatív hiba értéke 100% volt (39. ábra).



39. ábra Az egyes mintavételezések relatív hibája (PRB) a pilot vizsgálatban

A pontrácsos módszer teljes mintájából származó, károsított növényt is tartalmazó mintapontokat ábrázolva (**40. ábra**) jól látható a B tábla foltos káreloszlása, valamint a C tábla délkeleti oldalának déli csúcsánál is megfigyelhető a sűrűsödő károsítás (ellentétben ugyanazon oldal keleti részével).



**40. ábra** A pontrácsos ( $5 \times 5$ ) mintavételezéssel megtalált károsított pontok a pilot vizsgálatban

#### 4.1.2. A mintavételezés időszükséglete

A kukoricában végzett mérések eredményei az **5. táblázatban** láthatók.

**5. táblázat** A kukoricában végzett mintavételezés időráfordítása

Mintavételi egység	Összes növény (db)	Károsított növény (db)	Idő (perc:másodperc)	Idő (perc)
1 m-es sorszakasz	5	1	00:06	0,1
	5	1	00:07	0,1
	5	1	00:08	0,1
	6	1	00:07	0,1
	6	2	00:06	0,1
$2 \times 1$ m-es sorszakasz	9	3	00:14	0,2
	12	1	00:14	0,2
	9	1	00:12	0,2
	11	4	00:16	0,3
	8	0	00:10	0,2

Mintavételi egység	Összes növény (db)	Károsított növény (db)	Idő (perc:másodperc)	Idő (perc)
0,001 ha-os kvadrát (mintatér)	48	12	01:44	1,7
	66	11	01:38	1,6
	67	10	01:45	1,8
	59	5	01:53	1,9
	60	6	01:44	1,7
20 m-es transzekt	163	27	03:03	3,1
	153	34	02:46	2,8
	122	38	02:18	2,3
	134	26	02:14	2,2
	173	19	02:38	2,6

Az 1 m-es sorszakaszok felméréseivel töltött idő 6 és 8 másodperc között alakult, így 0,1 percnél tekinthető. Ahol a megfigyelő az 1 m-es mérőbotot mindkét sorhoz odatartotta, 10-16 másodpercet vett igénybe az ép és károsított növények számlálása (medián = 0,2 perc). A kvadrátok felvételezésével eltöltött idő 1,6 perc és 1,9 perc között változott (medián = 1,7 perc). A folyamatos, két sort szimultán módon figyelembe vevő számlálás a 20 m-es szakaszokon 2,2-3,1 percig tartott, a medián értéke 2,6 perc. A medián és az átlag mind a négy adatsornál megegyezett. A növények száma és a mintavételezéssel töltött idő között egyik módszer esetében sem találtam szignifikáns összefüggést.

Az őszi búzában végzett mérések eredményeit az **6. táblázat** mutatja be.

**6. táblázat** Az őszi búzában végzett mintavételezés időráfordítása

Mintavételi egység	Összes növény (db)	Károsított növény (db)	Idő (perc:másodperc)	Idő (perc)
1 m-es sorszakasz	90	6	01:36	1,6
	110	10	01:48	1,8
	115	3	01:37	1,6
	118	7	01:50	1,8
	129	17	02:45	2,8
10 m-es sorszakasz	522	41	06:07	6,1
	829	17	08:10	8,2
	851	30	08:03	8,1
	977	14	07:05	7,1
	1156	32	17:10	17,2
1 m <sup>2</sup> -es kvadrát	369	40	06:08	6,1
	373	46	05:34	5,6
	377	9	05:03	5,1
	401	26	06:23	6,4
	422	47	07:58	8,0

Az 1 m-es sorszakaszok felmérésével töltött idő 1,6 perc és 2,8 perc között alakult (utóbbi kiugró érték), a medián értéke 1,8 perc, míg az átlag 1,9 perc volt. A 10 m-es sorszakaszok esetében a legrövidebb mért idő 6,1 perc volt, míg a leghosszabb 17,2 perc, ami szintén kiugró érték (medián = 8,1 perc;  $\bar{x}$  = 9,3 perc). A kvadrátok felvételezésével eltöltött idő 5,1 perc és 8 perc között változott (medián = 6,1 perc;  $\bar{x}$  = 6,2 perc). A növények száma és a felméréshez szükséges idő között a mintavételi egységek egyik típusa esetében sem találtam szignifikáns összefüggést. Gyakorlati tapasztalataink szerint a munka sebességét nagymértékben befolyásolja az adott folt gyomossága, mivel a tisztábban elkülöníthető búzánövények gyorsabban számolhatók.

A 100 m távolság gyalogos megtételéhez szükséges időtartam (**20. melléklet**) tekintetében a búzában mértem a legnagyobb haladási sebességet (medián = 1,72 m/s;  $\bar{x}$  = 1,71 m/s). A kukorica esetében a sorokkal párhuzamosan haladva átlagosan 1,29 m/s (medián = 1,28 m/s) sebességet, míg azokra merőlegesen ennek kevesebb, mint a felét (medián és  $\bar{x}$  = 0,56 m/s) értem el.

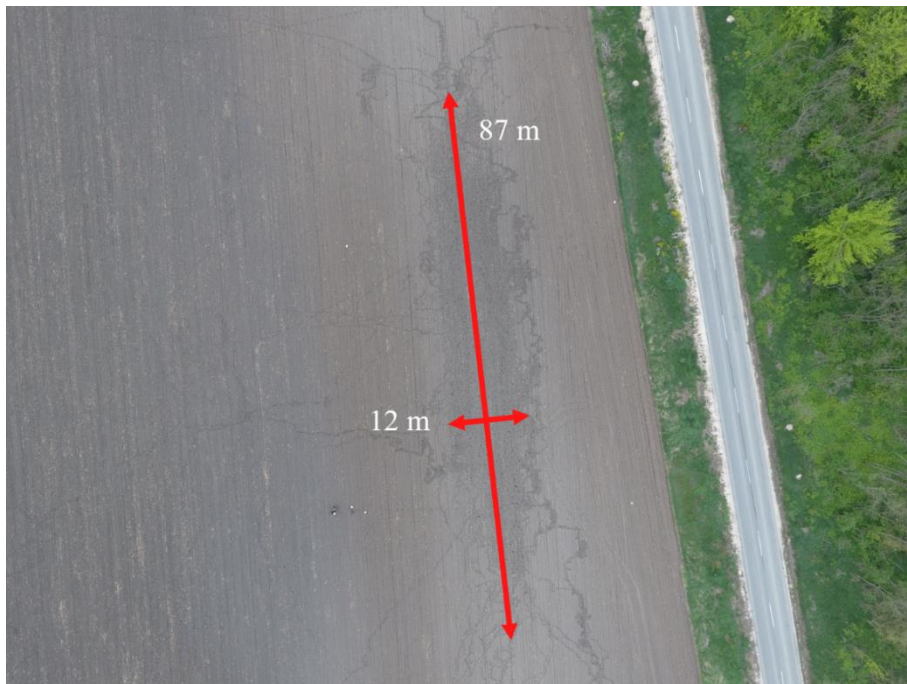
#### 4.1.3. A pilóta nélküli légi járművel végzett túráskár-becslés eredményei

A 2017-ben vizsgált legelőről készített fotókon jól látható volt a vaddisznótúrás, valamint a szarvasmarhák által kitaposott foltok is, melyek a felvételeken meglehetősen hasonlóan mutatkoztak (**41. ábra**).



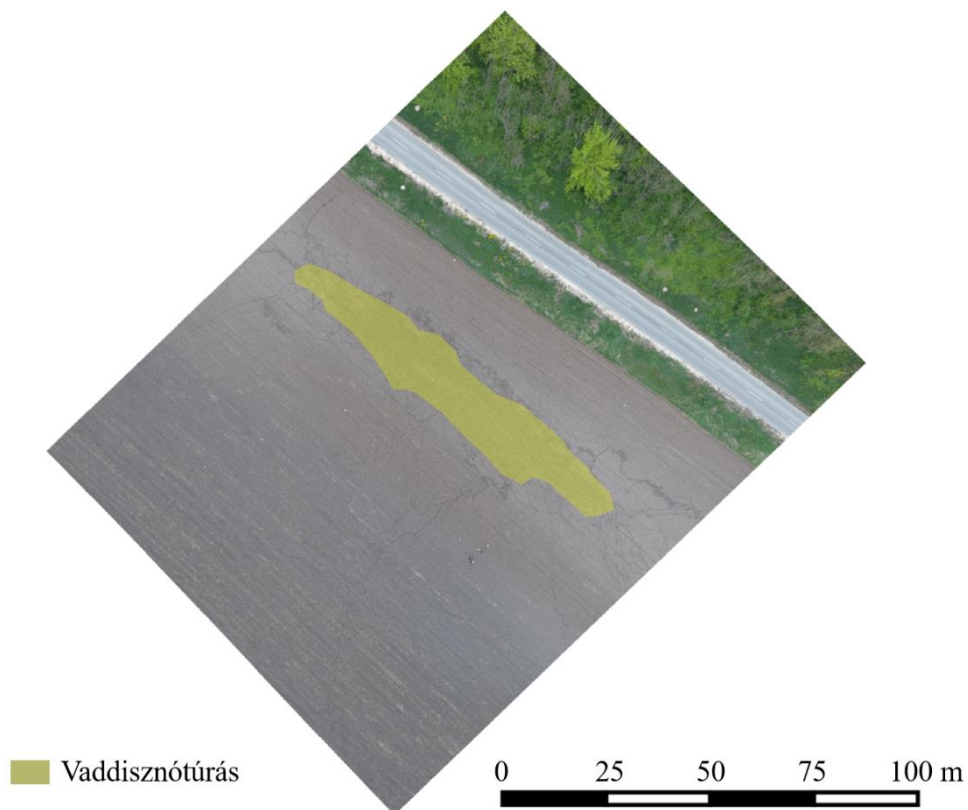
**41. ábra** Vaddisznótúrás (balra) és szarvasmarha által kitaposott folt (jobbra) 70 m-es magasságból

Az ugyanebben az évben felkeresett napraforgóvetés légi fotóin szintén minden magasságból tisztán látható volt a vaddisznó túrása és csapája is. A legnagyobb megtalált folt szélessége a talajon mérve 12 m, hosszúsága pedig 87 m volt (**42. ábra**).



**42. ábra** Vaddisznótúrás napraforgóvetésen, 90 m-es magasságból, talajon mért távolságokkal

A fenti fotót georeferálva ezt a hosszúságot 92 m-nek, a szélességet pedig 12 m-nek mértem. Az eltérés akár a GPS-koordináták rögzítésének pontatlanságából is eredhet. A túrással érintett, egybefüggő foltot manuálisan lehatárolva (a csapákat figyelmen kívül hagyva) a károsított terület 1.092 m<sup>2</sup>-nek adódott (**43. ábra**).



**43. ábra** Manuálisan bejelölt vaddisznótúrás napraforgóvetésen, 90 m-es magasságból

A 2018-ban vizsgált napraforgóvetésen nem voltak megtalálhatók az előző évihez hasonló nagy, egybefüggő foltok, ennek ellenére minden fotón észlelhető volt a vaddisznótúrás. Az erős napfény miatt valójában nem a túrások voltak láthatók a képeken, hanem inkább azok saját magukba vetett árnyékai (**44. ábra**).



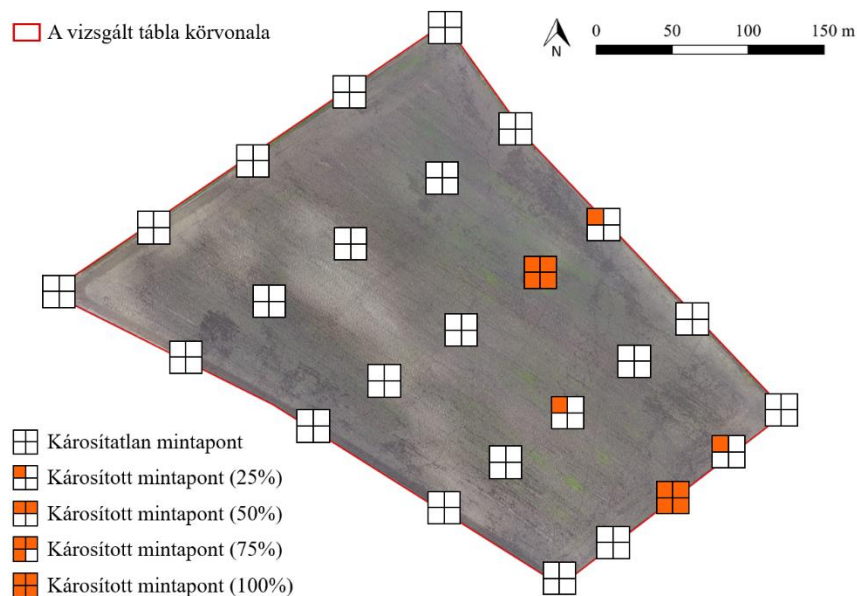
**44. ábra** Vaddisznótúrás napraforgóvetésen, 30 m-es magasságból

A gyomos területen található természetes és szimulált vaddisznótúrásról készített légi fotókon mindkét típus jól látható volt (**45. ábra**). Az ásóval frissen átforgatott folt enyhén sötétebb volt, mint a valódi vaddisznótúrás.



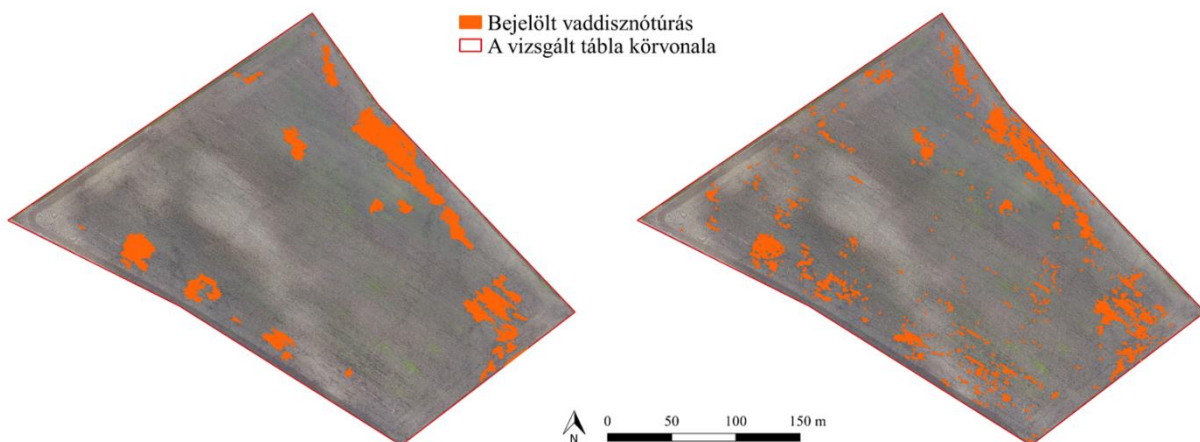
**45. ábra** Természetes (sárga nyíl) és szimulált (piros nyíl) vaddisznótúrás, 30 m-es magasságból

A 2020-ban hagyományos módszerrel elvégzett vadkárbecslés (**46. ábra**) során rögzített adatok alapján 25-ből 5 mintaponton találtam vaddisznótúrást, így a legegyszerűbb számítás alapján a becsült károsítási arány 20% volt. A mintapontok negyedeit tekintve a károsított pontok közül 2 db volt 100%-ban károsított, míg 3 db 25%-ban volt túrással érintett. E számítás alapján az összesen 100 db mintapont-negyedből 11 db volt károsított, ami 11%-os károsítási arányt jelent.



**46. ábra** A vaddisznótúrás megjelenése a hagyományos mintavételezési módszer alapján

A túrások ortofotón történt bejelölése (**47. ábra**) során szabad kézzel 1,5 óráig tartó munkával 30 db különálló foltot jelöltem be, amelyek összterülete 5.061 m<sup>2</sup> volt, így a károsítási arány 5,4%-nak adódott. A hatszögű poligonrács segítségével ugyancsak 1,5 órát vett igénybe a munka, mely során összesen 4.972 m<sup>2</sup> területet jelöltem be, ami kerekítve szintén 5,4%-os károsítási arányt jelent.



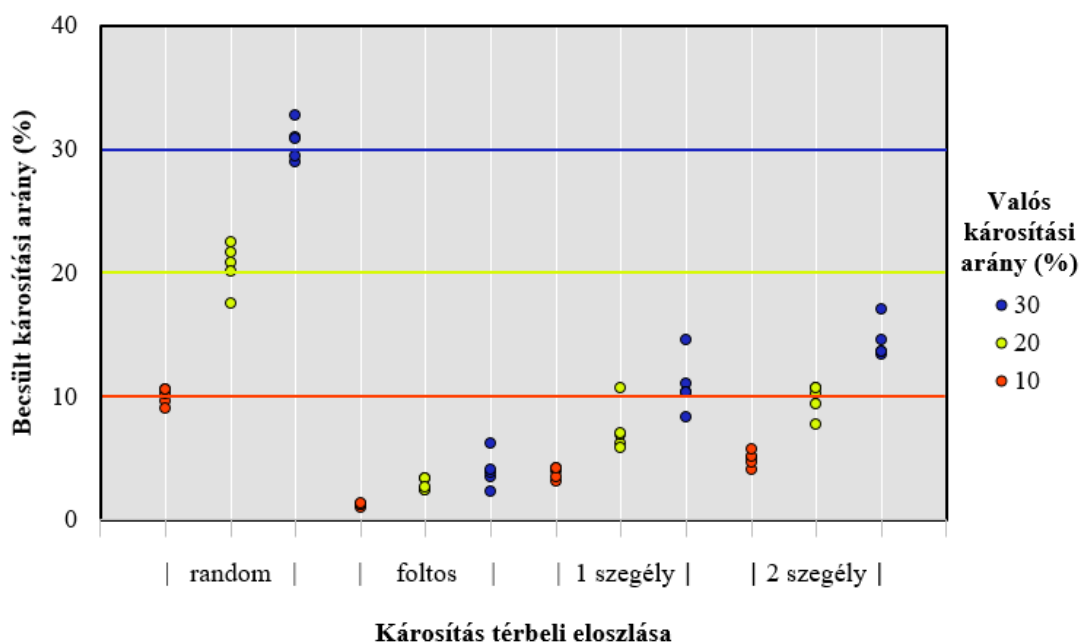
**47. ábra** A vaddisznótúrások ortofotón való bejelölése szabad kézzel (balra) és hatszögű poligonráccsal (jobbra)



## 4.2. A térinformatikai szimulációk eredményei

### 4.2.1. A VAT módszer becslési eredményei

Az 1 ha területű, szimulált kukoricatáblán történt VAT mintavételezés a véletlen eloszlású károsítás kivételével minden vizsgált térbeli eloszlás és károsítási arány esetében jelentős alulbecsléshez vezetett. Random térbeli káreloszlás mellett mindhárom károsítási aránynál egyaránt történtek alul- és felülbecslések (48. ábra).



48. ábra A VAT mintavételezés eredményei a térinformatikai szimulációban

A VAT módszer becslési eredményeit jellemző paraméterekkel (7. táblázat) kapcsolatban elmondható, hogy minél távolabb esett a megbecsülni kívánt sűrűségű objektumok térbeli eloszlása a véletlenszerűtől, annál nagyobb lett a torzítás, ill. a relatív hiba, valamint romlott a becslés hibájának eloszlása (MSE), míg a becslés standard hibája (vagyis a pontossága) nagyságrendjét tekintve változatlan maradt.

7. táblázat A VAT mintavételezést jellemző paraméterek a térinformatikai szimulációban

Káreloszlás	Random			Foltos			1 szegély			2 szegély		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Várható érték ( $\bar{x}$ )	9,96	20,50	30,60	1,21	2,85	3,99	3,76	7,30	10,94	4,90	9,78	14,42
MSE	0,36	3,11	2,13	77,24	294,46	678,01	39,17	164,27	367,40	26,30	105,75	244,47
SE	0,67	1,89	1,48	0,10	0,49	1,42	0,48	1,95	2,27	0,61	1,23	1,54
Torzítás (bias)	-0,04	0,50	0,60	-8,79	-17,15	-26,01	-6,24	-12,70	-19,06	-5,10	-10,22	-15,58
PRB	-0,44	2,49	2,01	-87,88	-85,77	-86,69	-62,44	-63,49	-63,53	-50,99	-51,12	-51,92

A kéttényezős varianciaelemzés eredményei alapján a relatív torzítást (PRB) csak a kár térbeli eloszlása befolyásolta szignifikáns mértékben ( $F = 538,7$ ;  $df = 3$ ;  $p < 0,001$ ), mégpedig – a Tukey post hoc teszt alapján – az egy és két szegélyben sűrűsödő káreloszlásokhoz tartozó eredmények közti különbség miatt. A torzítást ezzel szemben a kár térbeli eloszlása ( $F = 459,7$ ;  $df = 3$ ;  $p < 0,001$ ), valós aránya ( $F = 272,0$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0,001$ ), továbbá a két tényező interakciója ( $F = 39,64$ ;  $df = 6$ ;  $p < 0,001$ ) is szignifikánsan befolyásolta. A Tukey post hoc teszt alapján a káreloszlás tekintetében az egy szegélyben sűrűsödő kárhoz tartozó torzítás mind a foltos, mind a két szegélyben sűrűsödő kárkép értékeitől különbözött, míg a kárárány esetében a 30%-os csoport a 10%-os és a 20%-os csoporttól is különbözött.

#### **4.2.2. A kukoricában végzett komplex vizsgálat eredményei**

A teljes adatsort – leíró jellemzés céljából – egyben kezelve ( $n = 10.400$ ) a torzítás minimuma  $-13,1\%$  (3 ha, 1 hosszanti szegélyben sűrűsödő, 70%-os kár;  $80 \times 80$ -as pontráccsal becsülve), maximuma  $18,7\%$  (3 ha, 1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő, 70%-os kár;  $80 \times 80$ -as pontráccsal becsülve) volt. A PRB minimuma  $-43,2\%$  (3 ha, 1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő, 10%-os kár;  $10 \text{ m}^2$ -es mintaterekkel, X útvonalon, 10-es mintaszámmal becsülve), maximuma  $141,4\%$  (3 ha, 1 hosszanti szegélyben sűrűsödő, 10%-os kár;  $80 \times 80$ -as pontráccsal becsülve) volt. A Shapiro-Wilk teszt alapján egyik adatsor sem volt normál eloszlású, előbbi mediánja  $0,09\%$ , utóbbié  $0,18\%$  volt.

Az ötös ismétléscsoportok alapján számított értékek ( $n = 2.080$ ) közül az SE minimuma  $0,02\%$  (60 ha, 2 szegélyben sűrűsödő, 10%-os kár;  $5 \times 5$ -ös pontráccsal becsülve), maximuma  $7,1\%$  (3 ha, 1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő, 85%-os kár;  $80 \times 80$ -as pontráccsal becsülve) volt. Az MSE minimuma  $0,001\%$  (60 ha, 1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő, 85%-os kár;  $5 \times 5$ -ös pontráccsal becsülve), maximuma  $191,2\%$  (3 ha, 1 hosszanti szegélyben sűrűsödő, 30%-os kár;  $80 \times 80$ -as pontráccsal becsülve) volt. Ezek az adatsorok is eltértek a normál eloszlástól, az SE mediánja  $0,9\%$ , míg az MSE középértéke  $1,3\%$  volt.

Ugyancsak az ötös ismétléscsoportokban az átlagos torzítás minimuma  $-7,2\%$  (10 ha, 1 hosszanti szegélyben sűrűsödő, 70%-os kár;  $80 \times 80$ -as pontráccsal becsülve), maximuma  $13,5\%$  (3 ha, 1 hosszanti szegélyben sűrűsödő, 30%-os kár;  $80 \times 80$ -as pontráccsal becsülve) volt. A normáltól szintén eltérő adatsor mediánja  $0,05\%$  volt, ami a valós kárösszeggel közel megegyező becslést jelent. Az átlagos torzítás minimuma pénzértékben kifejezve  $-308.543 \text{ Ft}$  volt, ami a vadászatra jogosult javára történő tévedést jelent a  $2.991.468 \text{ Ft}$ -os valós kárértékhez viszonyítva. Ugyanezen érték maximuma  $173.556 \text{ Ft}$  volt, ami a pozitív irányú hiba miatt a földhasználónak kedvez a  $384.617 \text{ Ft}$ -os valós kárértékhez képest.

A **8. táblázat**ban látható, hogy a kár térbeli eloszlása, valós aránya, valamint a két faktor interakciója mely esetekben gyakorolt statisztikailag igazolható hatást a valós értéktől való eltérésre a mintateres módszer esetében. Megállapítható, hogy e tekintetben a módszer a 60 ha-os táblamodelleken alkalmazva bizonyult a leggyengébbnek, mivel ott csak két esetben nem befolyásolta a becslést valamely jellemző. A kár eloszlása összesen két eset (W útvonal, n = 15, 30 ha és 60 ha) kivételével mindig szignifikáns hatással volt a becslés eredményére. A kárárány és az interakció többnyire (de nem trendszerűen) a kisebb mintaszámok mellett volt kevésbé meghatározó. A páronkénti összehasonlítások eredményeiben nem volt felfedezhető következetesség vagy jellegzetes mintázat. Ezzel együtt a káreloszlások tekintetében gyakori volt, hogy csak az egyik eloszlás különbözött egy vagy az összes másiktól, ez legtöbbször a 2 szegélyben sűrűsödött jelentette, de az 1 rövid oldali szegélyben sűrűsödőnél is többször megfigyelhető volt. Elenyésző számban fordult elő, hogy csak a random és valamely (vagy mindkét) sűrűsödő eloszlás között volt különbség.

**8. táblázat** A bias értékét befolyásoló tényezők a kukorica mintateres vadkárbecslése esetében

Tábla- méret	Minta- elemszám (db)	V útvonal			W útvonal			X útvonal		
		Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció	Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció	Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció
3 ha	10	×			×			×		
	15	×	×		×		×	×	×	×
	20	×	×	×	×	×		×		×
	25	×		×	×	×	×	×	×	×
	30	×	×	×	×	×	×	×		×
10 ha	10	×			×			×	×	
	15	×			×			×		×
	20	×			×		×	×	×	×
	25	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	30	×	×		×			×		×
30 ha	10	×	×		×			×		×
	15	×		×			×	×		×
	20	×		×	×	×		×	×	×
	25	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	30	×	×	×	×	×	×	×		×
60 ha	10	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	15	×	×	×		×	×	×	×	×
	20	×	×	×	×	×	×	×		×
	25	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	30	×	×	×	×	×	×	×	×	×

A bias értékét befolyásoló faktorokat a pontrácsos, a dupla pontrácsos, valamint a párhuzamos transzekt módszer esetében a **9. táblázat** mutatja. A mintateres módszerrel ellentétben a pontrácsos mintavétel mindkét változatára igaz volt, hogy a mintanagyság növelésével a legtöbb

esetben kevésbé befolyásolták a becslést a vizsgált tényezők. A dupla pontrács a kár eloszlására többször, arányára kevesebbszer bizonyult érzékenynek az egyszerű pontrácsnál (az interakció tekintetében szinte azonos eredményt hoztak). A párhuzamos transzekt eredményét minden táblaméret mellett befolyásolta mindkét tényező, és azok interakciói is. A páronkénti összehasonlítások eredményeiben nem volt megfigyelhető következetesség vagy jellegzetes mintázat.

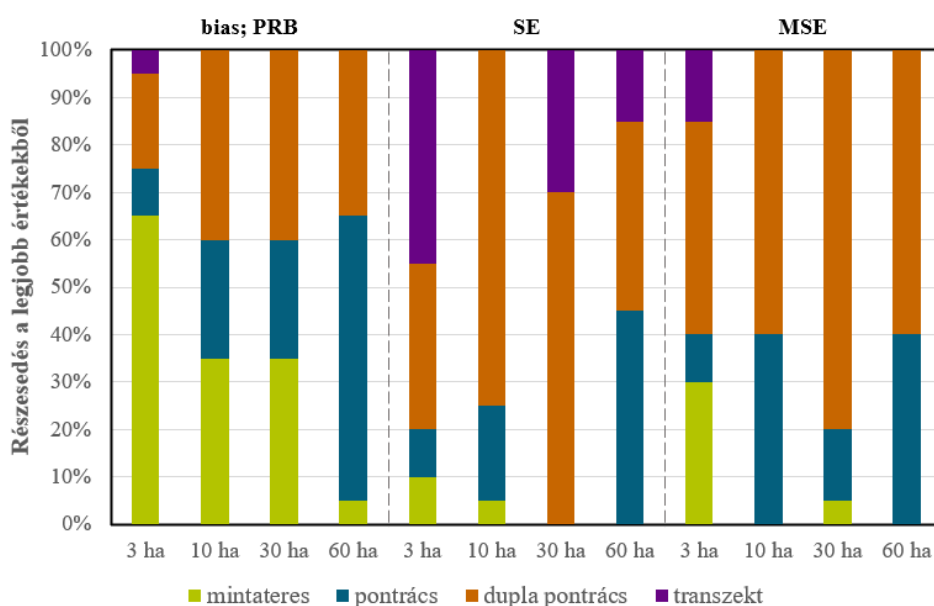
9. táblázat A bias értékét befolyásoló tényezők a kukorica egyéb módszerekkel történő vadkárbecslése esetében

Tábla- méret	Pontrács- sűrűség (sor × m)	Pontrács			Dupla pontrács			Párhuzamos transzekt		
		Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció	Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció	Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció
3 ha	80 × 80	×	×	×	×	×	×			
	40 × 40	×	×	×	×	×	×			
	20 × 20	×	×	×	×		×	×	×	×
	10 × 10	×	×	×	×					
	5 × 5	×			×					
10 ha	80 × 80		×	×	×	×	×			
	40 × 40	×	×	×	×	×	×			
	20 × 20	×	×	×		×	×	×	×	×
	10 × 10									
	5 × 5				×		×			
30 ha	80 × 80	×	×	×	×	×	×			
	40 × 40	×	×	×	×	×	×			
	20 × 20	×			×			×	×	×
	10 × 10	×	×		×					
	5 × 5									
60 ha	80 × 80		×	×	×		×			
	40 × 40	×	×	×	×	×	×			
	20 × 20	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	10 × 10				×					
	5 × 5									

Megjegyezhető, hogy a PRB értékét vizsgálva ehhez hasonló eredmények adódtak, a legtöbb különbség a mintateres módszer V és W útvonallal dolgozó változatai esetében, a 3 ha-os táblamodelleken adódott. Összességében valamivel több, mint a táblamodell-mintavétel kombinációk harmadában fordult elő, hogy ahol egy-egy tényező (vagy az interakció) a bias értékét szignifikánsan befolyásolta, ott a PRB-t nem, vagy épp fordítva.

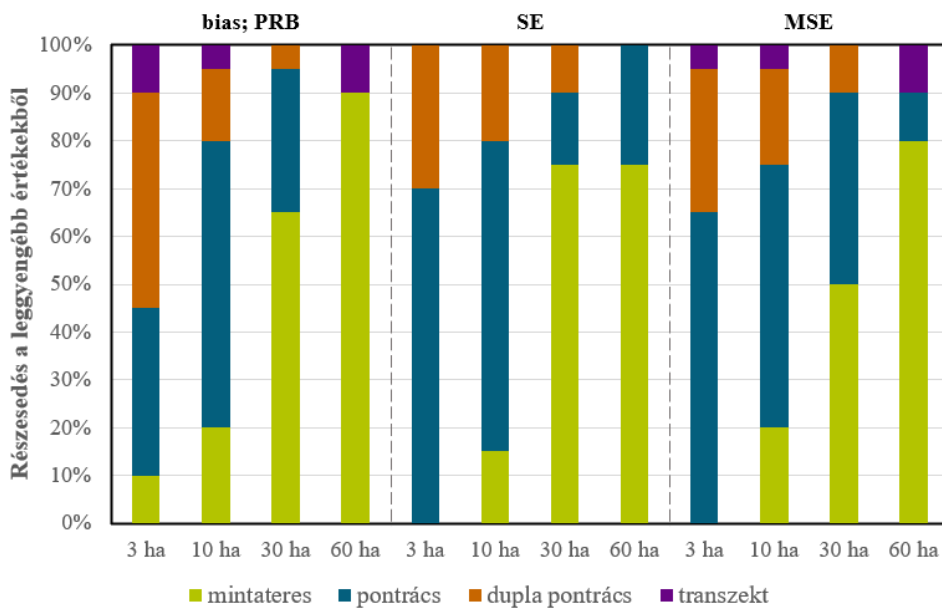
Az ötös ismétléscsoportokra kiszámított paraméterek (várható érték, átlagos torzítás, PRB, SE, MSE) értékei mintavételi módszerenként és táblaméretenként külön táblázatokba szerkesztve a **21-29. Mellékletben** láthatók. Az adatok áttekintését segíti a cellák színezése, amelynél a sávok hossza arányos a cellában szereplő értékkel. A teljes cella szélessége mindenhol az adott paraméter – mintavételi módszereken „átívelő” – abszolút értékben értelmezett maximumát jelenti. Ez alól

csak az MSE megjelenítése képez kivételt, ahol a 3 ha-os táblaméretnél a pontrácsos, valamint a dupla pontrácsos módszer  $80 \times 80$ -as rácssűrűsége 5 db magasan kiugró értéket eredményezett (ezeket a táblázatban félkövérrel jelöltem), ezért az utánuk következő értéknek felel meg a teljes cellaszélesség. A különböző értékek közül minden táblamodell esetében kigyűjtöttem, hogy az egyes paraméterek tekintetében mely becslés adta a legjobbat és a leggyengébbet. A részletes listákat a **30-33. Melléklet** mutatja (táblaméretenként külön táblázatokba szerkesztve). A legjobb értékeket (**49. ábra**) zömében a pontrácsos vagy dupla pontrácsos becslések érték el (néhány kivételtől eltekintve az  $5 \times 5$ -ös vagy a  $10 \times 10$ -es rácssűrűséggel), a legtöbbet a mintateres és a párhuzamos transzekt módszer is egy-egy esetben adta (előbbi a bias, ill. a PRB esetében a 3 ha-os táblákon, utóbbi az SE esetében, szintén a 3 ha-os táblákon).



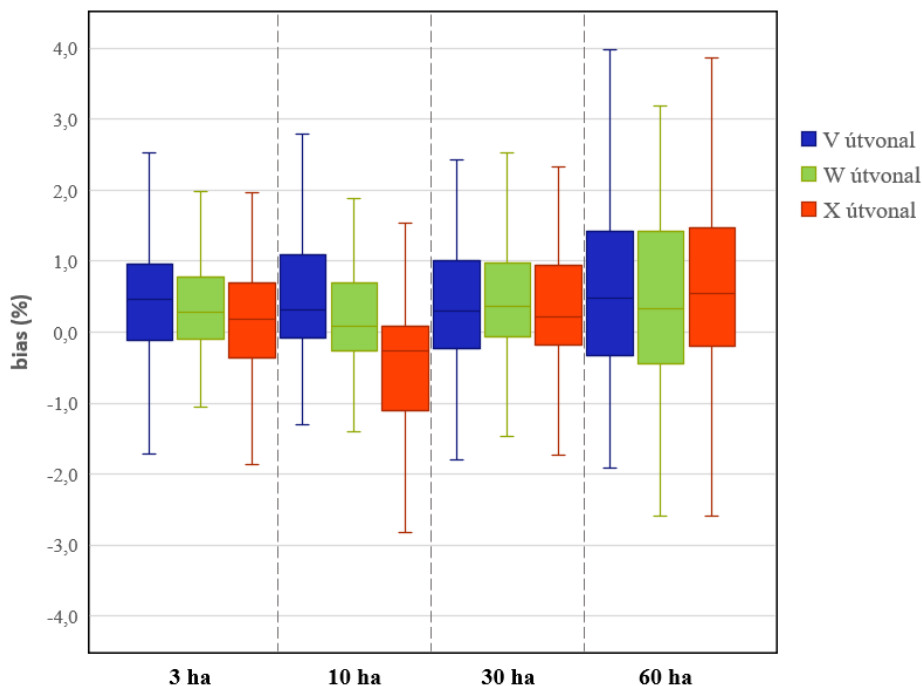
**49. ábra** Az egyes becslési módszerek részesedése a különböző paraméterek legjobb értékeiből kukorica esetében (oszloponként  $n = 20$ )

A legrosszabb értékek (**50. ábra**) közül a két nagyobb táblaméret mellett minden paraméternél a mintateres módszer (változatos útvonalakkal és mintaszámokkal), míg a két kisebb táblaméret esetében a pontrácsos vagy a dupla pontrácsos (jellemzően a  $40 \times 40$ -es vagy a  $80 \times 80$ -as rácssűrűséggel) adta a legtöbbet.



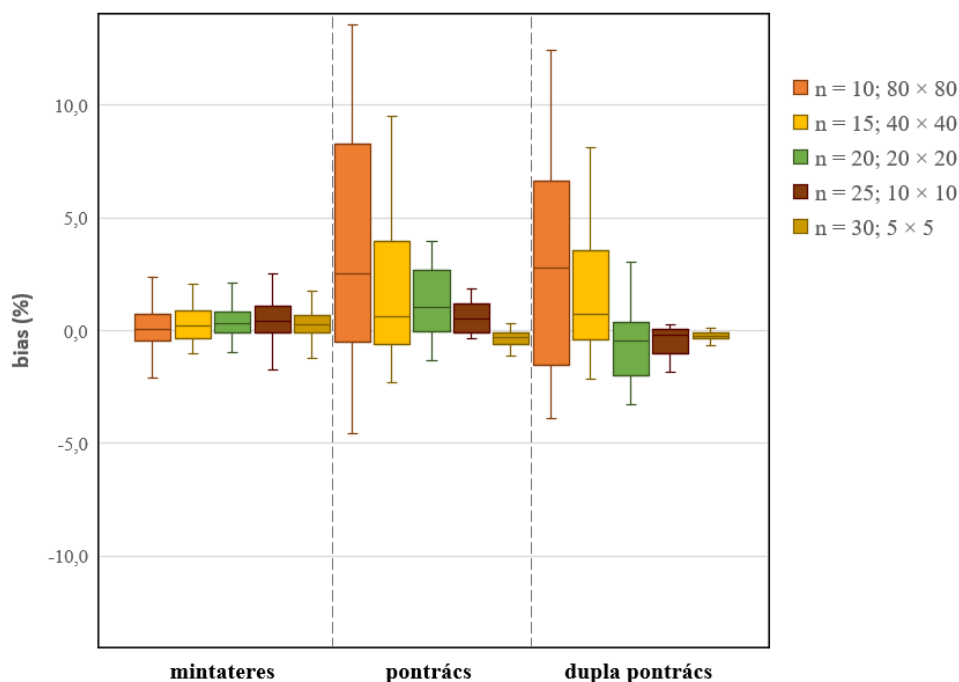
**50. ábra** Az egyes becslési módszerek részesedése a különböző paraméterek leggyengébb értékeiből kukorica esetében (oszloponként n = 20)

A mintateres módszernél fontos vizsgálni, hogy melyik lehetséges mintázat szerint a legcélszerűbb elhelyezni a mintavételi egységeket. A különböző táblaméretre szerinti bontásban az öt ismétléscsoportok átlagos torzításait mintavételezési útvonalanként ábrázolva (**51. ábra**) látható, hogy a 10 ha-os táblamodellek esetében csekély eltérésekkel a W útvonal teljesített a legjobban e tekintetben. A további táblaméreteknél nem csak az egyes útvonalakhoz tartozó interkvartilis-tartományok és minimum-maximum intervallumok terjedelme, de azok elhelyezkedése is szinte teljesen megegyezett.



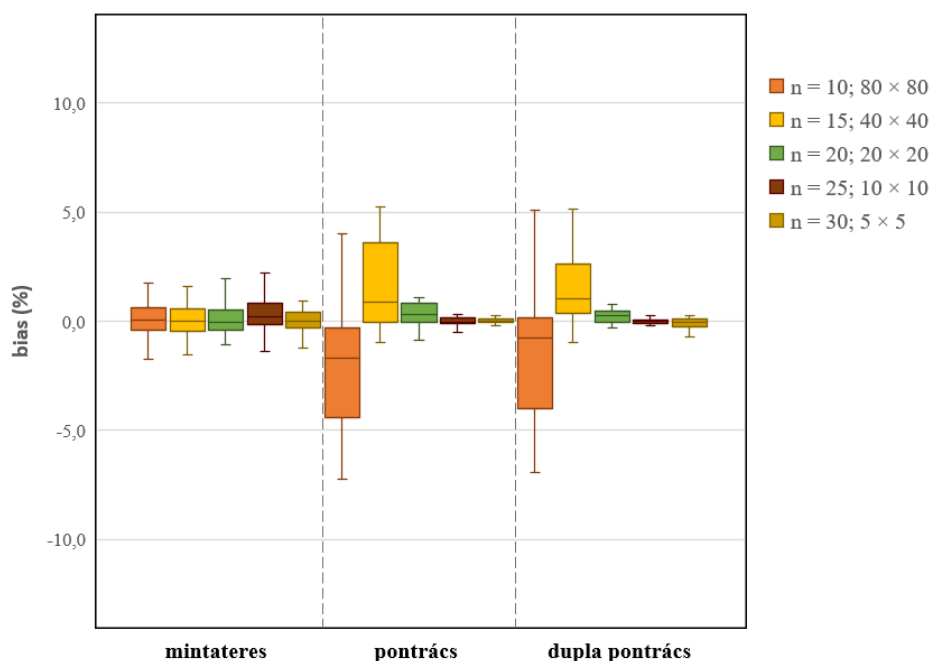
**51. ábra** Az átlagos torzítás alakulása mintavételi útvonalanként, különböző táblaméretre mellett, kukorica esetében (csoportonként n = 100)

Az egyes mintavételi módszerekhez tartozó ötös ismétléscsoportok átlagos torzításait mintanagyságonként ábrázolva (**52. ábra**) látható, hogy a 3 ha-os táblaméret esetében a mintateres módszernél a torzítások interkvartilis-tartománya a legnagyobb mintaszám mellett volt a legkisebb, bár az alacsonyabb mintaszámok is hasonló eredményekkel dolgoztak. A pontrácsos és a dupla pontrácsos módszernél ugyanez a jellemző a rácssűrűség növelésével folyamatosan javult, de ezek a mintavételi eljárások csak a  $20 \times 20$ -asról a  $10 \times 10$ -es rácssűrűségekre lépve érték el a mintateres módszer teljesítményét ebben a tekintetben.



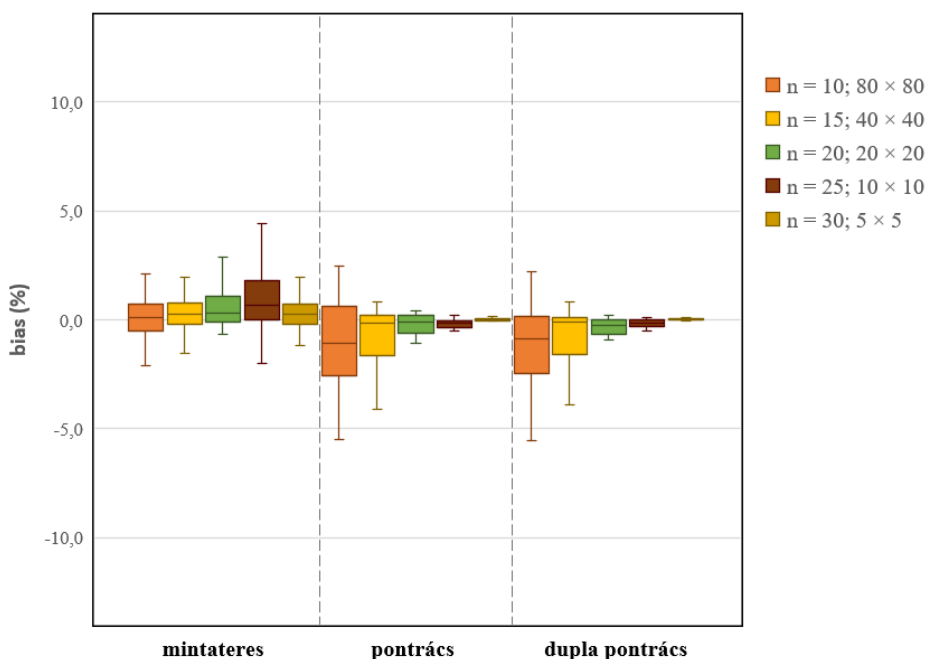
**52. ábra** Az átlagos torzítás alakulása mintanagyságonként, 3 ha-os kukoricatábla esetében (mintateres módszerrel csoportonként  $n = 60$ , pontráccsal és dupla pontráccsal  $n = 20$ )

A 10 ha-os táblaméret esetében (**53. ábra**) a mintateres módszernél a torzítások interkvartilis-tartománya ismét a legnagyobb mintaszám mellett volt a legkisebb, de az alacsonyabb mintaszámok itt is hasonló eredményekkel dolgoztak. A pontrácsos és a dupla pontrácsos módszernél szintén elmondható, hogy ugyanez a jellemző a rácssűrűség növelésével folyamatosan javult, ugyanakkor ezek a mintavételi eljárások csak a  $20 \times 20$ -asról a  $10 \times 10$ -es rácssűrűségekre lépve haladták meg a mintateres módszer teljesítményét e tekintetben.



**53. ábra** Az átlagos torzítás alakulása mintanagyságonként, 10 ha-os kukoricatábla esetében (mintateres módszerrel csoportonként  $n = 60$ , pontráccsal és dupla pontráccsal  $n = 20$ )

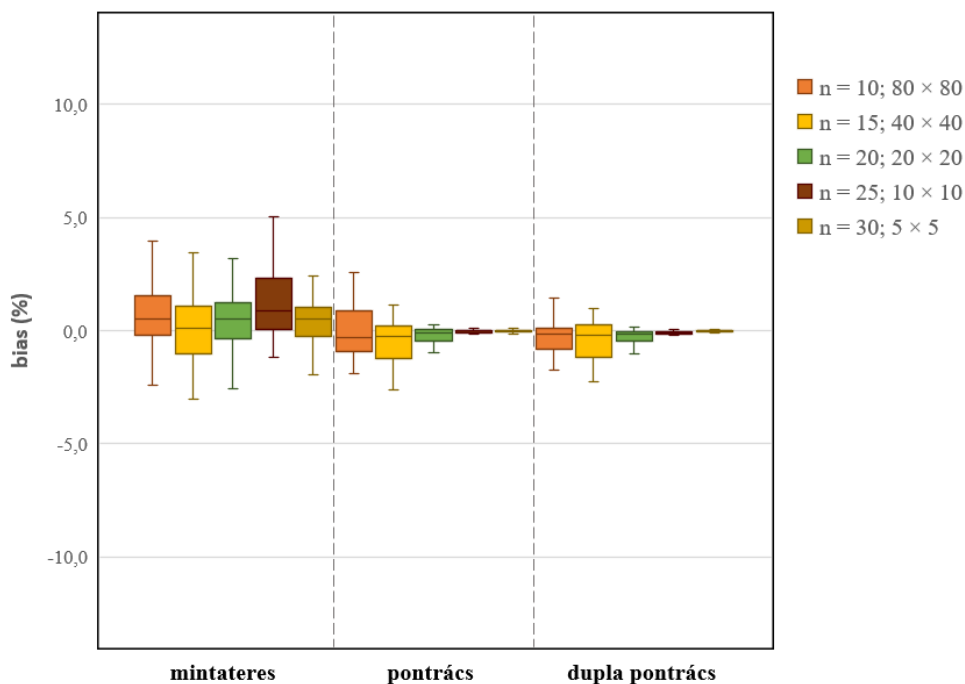
A 30 ha-os táblaméret esetében (**54. ábra**) a mintateres módszernél a torzítások interkvartilis-tartománya újfent a legnagyobb mintaszám mellett volt a legkisebb, de az alacsonyabb mintaszámok a 25 db-os kivételével itt is hasonló eredményekkel dolgoztak (az gyengébb volt). A pontrácsos és a dupla pontrácsos módszernél ennél a táblaméretnél újra elmondható, hogy ugyanez a jellemző a rácssűrűség növelésével folyamatosan javult. Ezek az eljárások a  $40 \times 40$ -esről a  $20 \times 20$ -as rácssűrűségekre lépve érték el, ill. haladták meg a mintateres módszer teljesítményét ebben a tekintetben.



**54. ábra** Az átlagos torzítás alakulása mintanagyságonként, 30 ha-os kukoricatábla esetében (mintateres módszerrel csoportonként  $n = 60$ , pontráccsal és dupla pontráccsal  $n = 20$ )



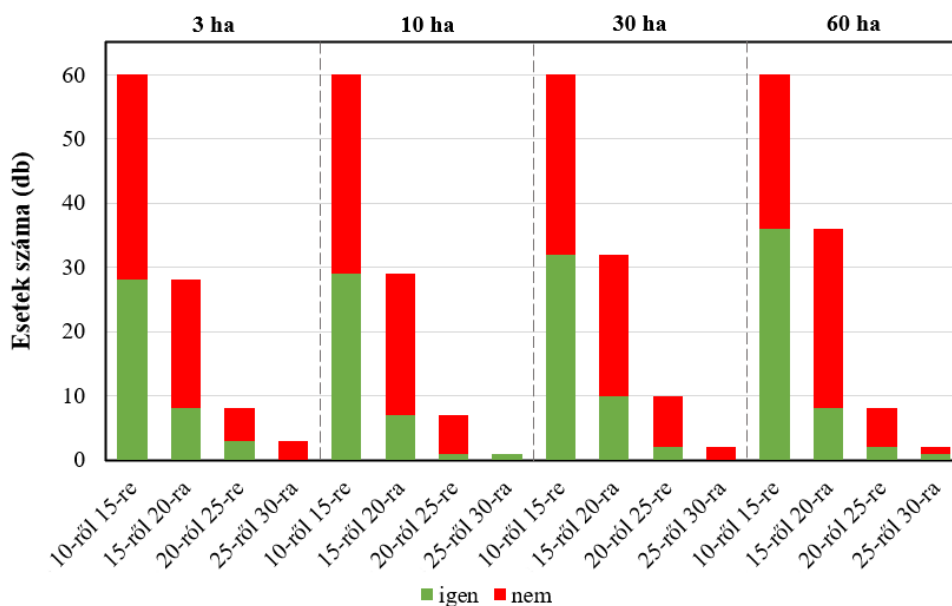
A 60 ha-os táblaméret esetében (**55. ábra**) a mintateres módszernél a torzítások interkvartilis-tartománya ismét a legnagyobb mintaszám mellett volt a legkisebb, de az alacsonyabb mintaszámok itt is – főként egymáshoz – hasonló eredményekkel dolgoztak. A pontrácsos és a dupla pontrácsos módszer a legnagyobb vizsgált táblaméretnél minden rácssűrűségénél a mintateres eljáráséhoz hasonló, vagy azt meghaladó teljesítménnyel dolgozott ebben a tekintetben.



**55. ábra** Az átlagos torzítás alakulása mintanagyságonként, 60 ha-os kukoricatábla esetében (mintateres módszerrel csoportonként  $n = 60$ , pontráccsal és dupla pontráccsal  $n = 20$ )

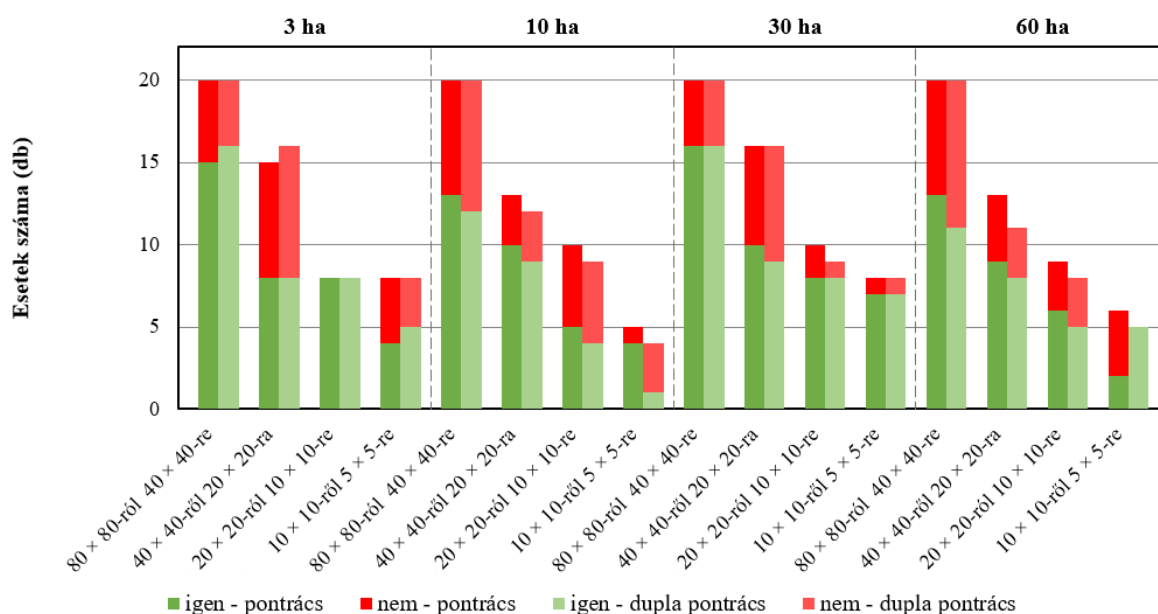
Megjegyzendő, hogy a fenti, különböző mintavételi módszerekre és mintanagyságokra vonatkozó megállapítások a relatív torzítás tekintetében is megállják a helyüket.

Az **56. ábra** azon becslések számát mutatja a mintateres módszer esetében (táblaméreték szerinti bontásban), amelyeknél a mintaelemszám növelésével tovább csökkent az ötös ismétléscsoportok átlagos torzításának abszolút értéke. A 10-es mintaszámnál még minden becslés szerepel, a következő lépcsőre azonban mindig csak azok „jutottak tovább”, amelyeknél javult az eredmény az előző mintaszámhoz viszonyítva. Látható, hogy a 10 db-ról 15 db-ra való lépéssel a 3 ha-os és a 10 ha-os táblákon a becslések valamivel kevesebb, mint fele, míg a két nagyobb táblaméret esetében valamivel több, mint fele javult ebben a tekintetben. Innentől minden táblaméretnél igaz, hogy a mintaszám további növelése az esetek nagyon kis részében hozta az eredmény javulását. Olyan eset, ahol egy becslés a 10-es mintaszámtól egészen a 30-asig vezetve folyamatosan javult, csak a 10 ha-os és a 60 ha-os táblamodelleknél fordult elő egy-egy ízben.



56. ábra A torzítás javulása a mintaszám növelésével a kukorica mintateres vadkárbecslése során

Az 57. ábra azon becslések számát mutatja a pontrácsos és dupla pontrácsos módszer esetében, amelyeknél a mintanagyság növelésével tovább csökkent az ötös ismétléscsoportok átlagos torzításának abszolút értéke. A  $80 \times 80$ -as rácssűrűségnél még minden becslés szerepel, a következő lépcsőre azonban mindig csak azok „jutottak tovább”, amelyeknél javult az eredmény az előző mintanagysághoz viszonyítva. Megfigyelhető, hogy a pontrács sűrűségének  $80 \times 80$ -ról  $40 \times 40$ -re történő növelésével javuló becslések aránya mindkét módszernél - és a 60 ha-os kivételével minden táblaméret mellett - jelentősen meghaladta a mintateres módszer első mintaszám-emelésével javuló becsléseket. Mindkét módszerváltozat és minden táblaméret esetén volt olyan táblamodell, amin a legkisebttől a legnagyobb mintanagysáig emelve folyamatosan csökkent a valós értéktől való eltérés (vagyis javult az eredmény).



57. ábra A torzítás javulása a mintanagyság növelésével a pontrácsos és dupla pontrácsos vadkárbecslés során

A mintateres módszer időszükségletét (**10. táblázat**) tekintve látható, hogy a legnagyobb időráfordítás 2,3 óra (43.750 Ft) volt a vizsgálatomban szereplő táblamodellek és mintavételezési útvonalak, ill. mintaszámok esetében (60 ha, W útvonal, 30 db mintatér). A különböző mintavételi útvonalak között a kisebb táblák esetében nem volt számottevő különbség az időszükséglet vonatkozásában. A 60 ha-os táblaméretnél elmondható, hogy a leginkább időigényes W útvonal bejárása a legkevesbé időigényes V útvonalénál több, mint 0,5 órával is hosszabb lehet. Nem volt olyan eset, ahol a mintavételezés számított munkadíja meghaladta volna a kár értékét.

**10. táblázat** A mintateres vadkárbecslés időszükséglete a kukorica esetében

Tábla- méret	Minta- elemszám (db)	V útvonal		W útvonal		X útvonal	
		Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)	Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)	Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)
3 ha	10	0,5	17 500	0,6	17 500	0,6	17 500
	15	0,7	17 500	0,8	17 500	0,8	17 500
	20	0,8	17 500	1,0	17 500	0,9	17 500
	25	1,0	26 250	1,1	26 250	1,1	26 250
	30	1,2	26 250	1,3	26 250	1,3	26 250
10 ha	10	0,7	17 500	0,9	17 500	0,8	17 500
	15	0,8	17 500	1,0	26 250	1,0	17 500
	20	1,0	17 500	1,2	26 250	1,1	26 250
	25	1,2	26 250	1,4	26 250	1,3	26 250
	30	1,3	26 250	1,5	35 000	1,5	26 250
30 ha	10	0,9	17 500	1,3	26 250	1,1	26 250
	15	1,1	26 250	1,4	26 250	1,3	26 250
	20	1,2	26 250	1,6	35 000	1,5	26 250
	25	1,4	26 250	1,8	35 000	1,6	35 000
	30	1,6	35 000	1,9	35 000	1,8	35 000
60 ha	10	1,1	26 250	1,7	35 000	1,5	26 250
	15	1,3	26 250	1,8	35 000	1,6	35 000
	20	1,4	26 250	2,0	35 000	1,8	35 000
	25	1,6	35 000	2,2	43 750	2,0	35 000
	30	1,8	35 000	2,3	43 750	2,1	43 750

A további módszerek (**11. táblázat**) esetében látható, hogy a mintavételezés a valóságban számos esetben – akár sokszorosán – meghaladná egy 8 órás munkanap hosszát. Az egy nap alatt elvégezhető mintavételezések közül a leghosszabb időt (5,1 óra; 96.250 Ft) a párhuzamos transzekt igényli 10 ha-os táblaméret mellett. A pontrácsos és dupla pontrácsos mintavételezések közül a 3 ha-os táblán 10 × 10-es rácssűrűséggel végzett becslés időszükséglete a legnagyobb (4,5 óra; 78.750 Ft). A módszer két változatánál szereplő idők azért egyeznek meg, mert a terepi adatgyűjtés során mért időket fél perc pontossággal, felfelé kerekítve mindkét mintavételi egység felmérhető 0,5 perc alatt. Az 5 × 5-ös pontrácsos és dupla pontrácsos mintavételezések költsége minden táblaméret esetében meghaladta a 10%-os károsítás pénzben kifejezett értékét.

**11. táblázat** A pontrácsos, dupla pontrácsos és párhuzamos transzekt vadkárbecslés időszükséglete a kukorica esetében (kiemelve az egy 8 órás munkanap alatt nem elvégezhető mintavételezések)

Tábla- méret	Pontrács és dupla pontrács			Párhuzamos transzekt	
	Rácsűrűség (sor × m)	Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)	Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)
3 ha	80 × 80	0,3	8 750	2,8	52 500
	40 × 40	0,6	17 500		
	20 × 20	1,5	26 250		
	10 × 10	4,5	78 750		
	<b>5 × 5</b>	<b>14,8</b>	<b>262 500</b>		
10 ha	80 × 80	0,6	17 500	5,1	96 250
	40 × 40	1,6	35 000		
	20 × 20	4,4	78 750		
	<b>10 × 10</b>	<b>14,2</b>	<b>253 750</b>		
	<b>5 × 5</b>	<b>50,0</b>	<b>875 000</b>		
30 ha	80 × 80	1,8	35 000	16,6	297 500
	40 × 40	4,4	78 750		
	<b>20 × 20</b>	<b>12,9</b>	<b>227 500</b>		
	<b>10 × 10</b>	<b>41,7</b>	<b>735 000</b>		
	<b>5 × 5</b>	<b>148,8</b>	<b>2 607 500</b>		
60 ha	80 × 80	3,6	70 000	23,5	411 250
	<b>40 × 40</b>	<b>8,6</b>	<b>157 500</b>		
	<b>20 × 20</b>	<b>25,1</b>	<b>446 250</b>		
	<b>10 × 10</b>	<b>83,1</b>	<b>1 461 250</b>		
	<b>5 × 5</b>	<b>296,9</b>	<b>5 197 500</b>		

A 3 ha-os táblamodellek esetében az egyes becslési módszerek rangsorolása alapján, térbeli káreloszlások szerinti bontásban előállt, egyenként 120 elemet tartalmazó listák legjobb 10 pontszámot kapó elemét a **12. táblázat** mutatja. A legkisebb vizsgált táblaméretnél a párhuzamos transzekt egyszer, a 40 × 40-es pontrács kétszer, míg a 20 × 20-as és 40 × 40-es dupla pontrácsos módszer összesen háromszor került fel a bemutatott listákra. A mintateres módszer minden mintavételezési útvonala szerepelt, sem az összesített, sem a szűkített pontozás 10-es csoportjai között nem volt olyan eset, ahol valamelyik alakzat kettőnél kevesebbszer jelent meg. A listák első 10 helyére felkerült mintaszámokra nagyfokú változatosság jellemző, a legkevesebbszer előforduló mintaszám a 30 db-os.

**12. táblázat** A vizsgált vadkárbecslési módszerek rangsorának legjobb 10 eleme 3 ha-os kukoricatábla esetében

Kár- eloszlás	Rang- sor	Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)	Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)
Random	1.	mintatér, W, n=15 (10% kár)	mintatér, V, n=25 (50% kár)
	2.	mintatér, X, n=20 (70% kár)	mintatér, W, n=15 (10% kár)
	3.	mintatér, V, n=15 (70% kár)	mintatér, W, n=10 (85% kár)
	4.	mintatér, W, n=10 (85% kár)	mintatér, X, n=10 (10% kár)
	5.	mintatér, V, n=25 (50% kár)	mintatér, V, n=15 (70% kár)

Kár-eloszlás	Rang-sor	Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)		Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)		
	6.	mintatér,	X, n=15 (85% kár)	mintatér,	X, n=20 (70% kár)	
	7.	mintatér,	W, n=15 (85% kár)	mintatér,	W, n=10 (30% kár)	
	8.	mintatér,	W, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	
	9.	d. pontrács,	20 × 20 (10% kár)	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	
	10.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	transzekt	(30% kár)	
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	V, n=20 (10% kár)	mintatér,	V, n=20 (10% kár)
		2.	mintatér,	X, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=10 (50% kár)
		3.	mintatér,	X, n=20 (70% kár)	mintatér,	X, n=20 (85% kár)
		4.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	mintatér,	V, n=20 (85% kár)
		5.	mintatér,	W, n=20 (50% kár)	mintatér,	X, n=20 (70% kár)
6.		mintatér,	V, n=20 (50% kár)	mintatér,	W, n=20 (50% kár)	
7.		mintatér,	X, n=10 (50% kár)	mintatér,	V, n=20 (50% kár)	
8.		mintatér,	W, n=15 (10% kár)	mintatér,	X, n=10 (70% kár)	
9.		mintatér,	V, n=15 (85% kár)	mintatér,	W, n=15 (10% kár)	
10.		mintatér,	X, n=10 (70% kár)	mintatér,	V, n=30 (10% kár)	
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	V, n=15 (50% kár)	mintatér,	V, n=15 (50% kár)	
	2.	mintatér,	W, n=15 (30% kár)	mintatér,	W, n=15 (30% kár)	
	3.	mintatér,	X, n=15 (50% kár)	mintatér,	X, n=10 (30% kár)	
	4.	mintatér,	W, n=10 (10% kár)	mintatér,	W, n=10 (10% kár)	
	5.	mintatér,	X, n=10 (30% kár)	mintatér,	V, n=10 (30% kár)	
	6.	mintatér,	W, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=15 (50% kár)	
	7.	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	
	8.	mintatér,	V, n=10 (30% kár)	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	
	9.	mintatér,	X, n=30 (85% kár)	mintatér,	W, n=25 (30% kár)	
	10.	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	mintatér,	W, n=25 (10% kár)	
2 szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	V, n=15 (85% kár)	mintatér,	V, n=15 (85% kár)	
	2.	mintatér,	W, n=20 (85% kár)	d. pontrács,	40 × 40 (10% kár)	
	3.	mintatér,	W, n=10 (85% kár)	mintatér,	X, n=15 (10% kár)	
	4.	mintatér,	W, n=15 (85% kár)	pontrács,	40 × 40 (10% kár)	
	5.	d. pontrács,	40 × 40 (10% kár)	mintatér,	W, n=10 (85% kár)	
	6.	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	mintatér,	X, n=10 (85% kár)	
	7.	mintatér,	X, n=10 (85% kár)	mintatér,	W, n=10 (10% kár)	
	8.	mintatér,	X, n=15 (10% kár)	mintatér,	W, n=20 (85% kár)	
	9.	mintatér,	W, n=30 (85% kár)	mintatér,	V, n=10 (30% kár)	
	10.	pontrács,	40 × 40 (10% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	

A 10 ha-os táblamodellek esetében az egyes becslési módszerek rangsorolása alapján, térbeli káreloszlások szerinti bontásban előállt, egyenként 110 elemet tartalmazó listák legjobb 10 pontszámot kapó elemét a **13. táblázat** mutatja. Ennél a táblaméretnél a párhuzamos transzekt és a pontrács egyszer sem, a 20 × 20-as és 80 × 80-as dupla pontrácsos módszer összesen kétszer került fel a bemutatott listákra. A mintateres módszernél összességében minden mintavételezési útvonal szerepelt, kizárólag az összesített pontozás 10-es csoportjában, az 1 hosszanti szegélyben sűrűsödő kár esetében fordult elő olyan eset, ahol a W alakzat egyszer sem jelent meg. A listák

első 10 helyére felkerült mintaszámokra nagyfokú változatosság jellemző, a legkevesebbszer előforduló mintaszám a 30 db-os.

**13. táblázat** A vizsgált vadkárbecslési módszerek rangsorának legjobb 10 eleme 10 ha-os kukoricatábla esetében

<b>Kár- eloszlás</b>	<b>Rang- sor</b>	<b>Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)</b>		<b>Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)</b>	
Random	1.	mintatér,	X, n=10 (70% kár)	mintatér,	X, n=10 (70% kár)
	2.	mintatér,	V, n=20 (70% kár)	mintatér,	V, n=15 (30% kár)
	3.	mintatér,	V, n=15 (85% kár)	mintatér,	V, n=20 (70% kár)
	4.	mintatér,	X, n=25 (70% kár)	mintatér,	X, n=25 (70% kár)
	5.	mintatér,	V, n=15 (30% kár)	mintatér,	V, n=15 (85% kár)
	6.	mintatér,	W, n=10 (85% kár)	mintatér,	W, n=10 (85% kár)
	7.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)
	8.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	d. pontrács,	20 × 20 (10% kár)
	9.	mintatér,	V, n=15 (70% kár)	mintatér,	V, n=20 (85% kár)
	10.	mintatér,	V, n=10 (50% kár)	mintatér,	V, n=15 (70% kár)
1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	V, n=15 (85% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)
	2.	mintatér,	V, n=20 (50% kár)	mintatér,	V, n=15 (85% kár)
	3.	mintatér,	X, n=15 (70% kár)	mintatér,	V, n=30 (85% kár)
	4.	mintatér,	V, n=30 (85% kár)	mintatér,	V, n=20 (50% kár)
	5.	mintatér,	V, n=20 (30% kár)	mintatér,	X, n=15 (70% kár)
	6.	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	mintatér,	V, n=25 (85% kár)
	7.	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	mintatér,	V, n=20 (30% kár)
	8.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	W, n=10 (10% kár)
	9.	mintatér,	V, n=30 (30% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)
	10.	mintatér,	X, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=20 (85% kár)
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	X, n=10 (10% kár)	mintatér,	X, n=10 (10% kár)
	2.	mintatér,	V, n=20 (50% kár)	mintatér,	V, n=20 (50% kár)
	3.	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)
	4.	mintatér,	W, n=10 (30% kár)	mintatér,	X, n=15 (30% kár)
	5.	mintatér,	X, n=15 (30% kár)	mintatér,	X, n=20 (10% kár)
	6.	mintatér,	X, n=30 (50% kár)	mintatér,	V, n=25 (10% kár)
	7.	mintatér,	V, n=20 (10% kár)	mintatér,	V, n=10 (10% kár)
	8.	mintatér,	V, n=15 (50% kár)	mintatér,	X, n=30 (50% kár)
	9.	mintatér,	W, n=10 (10% kár)	mintatér,	V, n=20 (10% kár)
	10.	mintatér,	V, n=10 (10% kár)	mintatér,	W, n=10 (30% kár)
2 szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	W, n=10 (85% kár)	mintatér,	W, n=10 (85% kár)
	2.	mintatér,	X, n=10 (10% kár)	mintatér,	X, n=10 (10% kár)
	3.	mintatér,	W, n=10 (10% kár)	mintatér,	X, n=20 (10% kár)
	4.	mintatér,	V, n=15 (70% kár)	mintatér,	W, n=10 (10% kár)
	5.	mintatér,	X, n=25 (70% kár)	mintatér,	V, n=15 (70% kár)
	6.	mintatér,	W, n=20 (85% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)
	7.	mintatér,	X, n=25 (10% kár)	mintatér,	X, n=25 (70% kár)
	8.	d. pontrács,	80 × 80 (50% kár)	mintatér,	W, n=20 (85% kár)
	9.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	W, n=20 (10% kár)
	10.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=25 (10% kár)

A 30 ha-os táblamodellek esetében az egyes becslési módszerek rangsorolása alapján, térbeli káreloszlások szerinti bontásban előállt, egyenként 95 elemet tartalmazó listák legjobb 10 pontszámot kapó elemét a **14. táblázat** mutatja. A párhuzamos transzekt egyszer sem, a 40 × 40-es pontrács kétszer, míg a 40 × 40-es és 80 × 80-as dupla pontrácsos módszer összesen ötször került fel a bemutatott listákra. A mintateres módszernél összességében minden mintavételezési útvonal szerepelt, kizárólag a szűkített pontozás 10-es csoportjában, a 2 szegélyben sűrűsödő kár esetében fordult elő olyan eset, ahol a V alakzat egyszer sem jelent meg. A listák első 10 helyére felkerült mintaszámokra nagyfokú változatosság jellemző.

**14. táblázat** A vizsgált vadkárbecslési módszerek rangsorának legjobb 10 eleme 30 ha-os kukoricatábla esetében

Kár-eloszlás	Rang-sor	Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)		Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)	
Random	1.	mintatér,	W, n=10 (10% kár)	mintatér,	W, n=10 (10% kár)
	2.	mintatér,	X, n=15 (85% kár)	mintatér,	V, n=10 (30% kár)
	3.	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	mintatér,	X, n=15 (85% kár)
	4.	mintatér,	V, n=10 (30% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)
	5.	mintatér,	V, n=25 (30% kár)	mintatér,	V, n=25 (85% kár)
	6.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)
	7.	mintatér,	W, n=10 (85% kár)	mintatér,	V, n=25 (30% kár)
	8.	mintatér,	V, n=30 (85% kár)	mintatér,	X, n=15 (10% kár)
	9.	mintatér,	V, n=25 (70% kár)	mintatér,	V, n=30 (85% kár)
	10.	mintatér,	V, n=15 (70% kár)	mintatér,	W, n=10 (85% kár)
1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)
	2.	mintatér,	V, n=20 (10% kár)	mintatér,	V, n=20 (10% kár)
	3.	mintatér,	X, n=15 (10% kár)	mintatér,	X, n=20 (10% kár)
	4.	mintatér,	X, n=20 (10% kár)	mintatér,	W, n=30 (10% kár)
	5.	mintatér,	V, n=15 (30% kár)	mintatér,	V, n=25 (10% kár)
	6.	mintatér,	X, n=20 (85% kár)	mintatér,	V, n=30 (30% kár)
	7.	mintatér,	W, n=30 (10% kár)	mintatér,	X, n=30 (30% kár)
	8.	mintatér,	V, n=25 (10% kár)	mintatér,	X, n=30 (10% kár)
	9.	mintatér,	X, n=30 (30% kár)	mintatér,	V, n=15 (30% kár)
	10.	mintatér,	X, n=15 (70% kár)	mintatér,	W, n=20 (50% kár)
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	W, n=10 (50% kár)	d. pontrács,	40 × 40 (50% kár)
	2.	mintatér,	W, n=30 (85% kár)	mintatér,	W, n=30 (85% kár)
	3.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	W, n=10 (50% kár)
	4.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)
	5.	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	pontrács,	40 × 40 (30% kár)
	6.	d. pontrács,	40 × 40 (50% kár)	pontrács,	40 × 40 (50% kár)
	7.	mintatér,	X, n=15 (70% kár)	d. pontrács,	40 × 40 (85% kár)
	8.	mintatér,	W, n=25 (70% kár)	mintatér,	V, n=20 (85% kár)
	9.	mintatér,	V, n=10 (70% kár)	mintatér,	V, n=25 (85% kár)
	10.	mintatér,	V, n=15 (85% kár)	mintatér,	V, n=30 (10% kár)
2 szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	X, n=20 (50% kár)	mintatér,	W, n=25 (85% kár)
	2.	mintatér,	X, n=20 (85% kár)	mintatér,	W, n=30 (85% kár)
	3.	mintatér,	W, n=25 (85% kár)	mintatér,	X, n=20 (50% kár)

Kár-eloszlás	Rang-sor	Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)		Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)	
	4.	mintatér,	W, n=30 (85% kár)	mintatér,	X, n=20 (85% kár)
	5.	mintatér,	X, n=15 (85% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)
	6.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	X, n=30 (10% kár)
	7.	mintatér,	X, n=15 (10% kár)	mintatér,	X, n=30 (85% kár)
	8.	mintatér,	W, n=15 (85% kár)	d. pontrács,	40 × 40 (10% kár)
	9.	mintatér,	V, n=10 (85% kár)	mintatér,	X, n=15 (10% kár)
	10.	mintatér,	X, n=10 (50% kár)	d. pontrács,	80 × 80 (85% kár)

A 60 ha-os táblamodellek esetében az egyes becslési módszerek rangsorolása alapján, térbeli káreloszlások szerinti bontásban előállt, egyenként 85 elemet tartalmazó listák legjobb 10 pontszámot kapó elemét a **15. táblázat** mutatja. A legnagyobb vizsgált táblaméretnél kizárólag a mintateres módszer különböző változatai kerültek fel a bemutatott listákra (annak minden mintavételezési útvonala szerepelt). Sem az összesített, sem a szűkített pontozás 10-es csoportjai között nem volt olyan eset, ahol valamelyik alakzat egyszer sem jelent meg. A listák első 10 helyére felkerült mintaszámokra nagyfokú változatosság jellemző.

**15. táblázat** A vizsgált vadkárbecslési módszerek rangsorának legjobb 10 eleme 60 ha-os kukoricatábla esetében

Kár-eloszlás	Rang-sor	Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)		Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)	
Random	1.	mintatér,	V, n=25 (10% kár)	mintatér,	V, n=25 (10% kár)
	2.	mintatér,	W, n=10 (10% kár)	mintatér,	W, n=10 (10% kár)
	3.	mintatér,	W, n=10 (70% kár)	mintatér,	V, n=25 (50% kár)
	4.	mintatér,	V, n=25 (50% kár)	mintatér,	W, n=10 (70% kár)
	5.	mintatér,	X, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=15 (10% kár)
	6.	mintatér,	V, n=30 (10% kár)	mintatér,	V, n=30 (10% kár)
	7.	mintatér,	W, n=15 (85% kár)	mintatér,	X, n=20 (85% kár)
	8.	mintatér,	V, n=15 (85% kár)	mintatér,	V, n=10 (10% kár)
	9.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	mintatér,	V, n=25 (85% kár)
	10.	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	mintatér,	V, n=15 (85% kár)
1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	V, n=25 (50% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)
	2.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	V, n=25 (50% kár)
	3.	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	mintatér,	X, n=20 (10% kár)
	4.	mintatér,	W, n=15 (10% kár)	mintatér,	W, n=15 (10% kár)
	5.	mintatér,	V, n=15 (70% kár)	mintatér,	V, n=15 (70% kár)
	6.	mintatér,	V, n=20 (30% kár)	mintatér,	X, n=25 (85% kár)
	7.	mintatér,	V, n=25 (10% kár)	mintatér,	V, n=20 (30% kár)
	8.	mintatér,	V, n=25 (85% kár)	mintatér,	V, n=25 (10% kár)
	9.	mintatér,	V, n=25 (70% kár)	mintatér,	V, n=25 (85% kár)
	10.	mintatér,	X, n=20 (10% kár)	mintatér,	V, n=30 (10% kár)
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	1.	mintatér,	V, n=10 (85% kár)	mintatér,	V, n=10 (85% kár)
	2.	mintatér,	X, n=15 (85% kár)	mintatér,	X, n=15 (85% kár)
	3.	mintatér,	V, n=25 (70% kár)	mintatér,	V, n=25 (70% kár)
	4.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	mintatér,	V, n=30 (50% kár)



Kár-eloszlás	Rang-sor	Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)		Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)	
2 szegélyben sűrűsödő	5.	mintatér,	V, n=30 (50% kár)	mintatér,	X, n=15 (50% kár)
	6.	mintatér,	V, n=20 (70% kár)	mintatér,	V, n=20 (70% kár)
	7.	mintatér,	V, n=15 (85% kár)	mintatér,	V, n=15 (85% kár)
	8.	mintatér,	V, n=30 (85% kár)	mintatér,	V, n=20 (85% kár)
	9.	mintatér,	X, n=15 (50% kár)	mintatér,	W, n=10 (10% kár)
	10.	mintatér,	V, n=10 (70% kár)	mintatér,	V, n=20 (10% kár)
	1.	mintatér,	V, n=10 (85% kár)	mintatér,	V, n=10 (85% kár)
	2.	mintatér,	V, n=15 (10% kár)	mintatér,	V, n=15 (10% kár)
	3.	mintatér,	W, n=15 (85% kár)	mintatér,	X, n=20 (10% kár)
	4.	mintatér,	X, n=25 (85% kár)	mintatér,	V, n=20 (85% kár)
	5.	mintatér,	V, n=20 (85% kár)	mintatér,	X, n=30 (10% kár)
	6.	mintatér,	W, n=10 (85% kár)	mintatér,	W, n=15 (85% kár)
	7.	mintatér,	W, n=20 (85% kár)	mintatér,	V, n=15 (50% kár)
	8.	mintatér,	X, n=20 (10% kár)	mintatér,	V, n=30 (10% kár)
	9.	mintatér,	X, n=20 (85% kár)	mintatér,	W, n=10 (85% kár)
	10.	mintatér,	V, n=20 (10% kár)	mintatér,	V, n=25 (10% kár)

#### 4.2.3. Az őszi búzában végzett vizsgálatok eredményei

A teljes adatsort – leíró jellemzés céljából – egyben kezelve ( $n = 2.700$ ) a torzítás minimuma  $-6,1\%$  (1 szegélyben sűrűsödő, 30%-os kár; 1 m-es sorszakaszokkal, X útvonalon, 10-es mintaszámmal becsülve), maximuma  $7,1\%$  (2 szegélyben sűrűsödő, 30%-os kár; 1 m-es sorszakaszokkal, V útvonalon, 15-ös mintaszámmal becsülve) volt. A PRB minimuma  $-31,9\%$  (2 szegélyben sűrűsödő, 10%-os kár; 1 m-es sorszakaszokkal, V útvonalon, 10-es mintaszámmal becsülve), maximuma  $32,9\%$  (1 szegélyben sűrűsödő, 10%-os kár; 1 m-es sorszakaszokkal, X útvonalon, 20-as mintaszámmal becsülve) volt. A Shapiro-Wilk teszt alapján egyik adatsor sem volt normál eloszlású, előbbi mediánja  $0,04\%$ , utóbbié  $0,12\%$  volt.

Az ötös ismétléscsoportok alapján számított értékek ( $n = 540$ ) közül az SE minimuma  $0,1\%$  (1 szegélyben sűrűsödő, 30%-os kár; 10 m-es sorszakaszokkal, W útvonalon, 25-ös mintaszámmal becsülve), maximuma  $4,7\%$  (1 szegélyben sűrűsödő, 30%-os kár; 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátokkal, V útvonalon, 25-ös mintaszámmal becsülve) volt. Az MSE minimuma  $0,01\%$  (random eloszlású, 10%-os kár; 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátokkal, W útvonalon, 30-as mintaszámmal becsülve), maximuma  $34,1\%$  (2 szegélyben sűrűsödő, 50%-os kár; 1 m-es sorszakaszokkal, V útvonalon, 30-as mintaszámmal becsülve) volt. Ezek az adatsorok is eltértek a normál eloszlástól, az SE mediánja  $0,6\%$ , míg az MSE középértéke  $1,6\%$  volt.

Ugyancsak az ötös ismétléscsoportokban az átlagos torzítás minimuma  $-4,7\%$  (1 szegélyben sűrűsödő, 30%-os kár; 1 m-es sorszakaszokkal, V útvonalon, 10-es mintaszámmal becsülve), maximuma  $5,8\%$  (2 szegélyben sűrűsödő, 50%-os kár; 1 m-es sorszakaszokkal, V

útvonalon, 30-as mintaszámmal becsülve) volt. A normáltól szintén eltérő adatsor mediánja 0,02% volt, ami a valós kárösszeggel közel megegyező becslést jelent. Az átlagos torzítás minimuma pénzürtékben kifejezve -42.188 Ft volt, ami a vadászatra jogosult javára történő tévedést jelent a 269.790 Ft-os valós kárértékhez viszonyítva. Ugyanezen érték maximuma 52.212 Ft volt, ami a pozitív irányú hiba miatt a földhasználónak kedvez a 449.650 Ft-os valós kárértékhez képest.

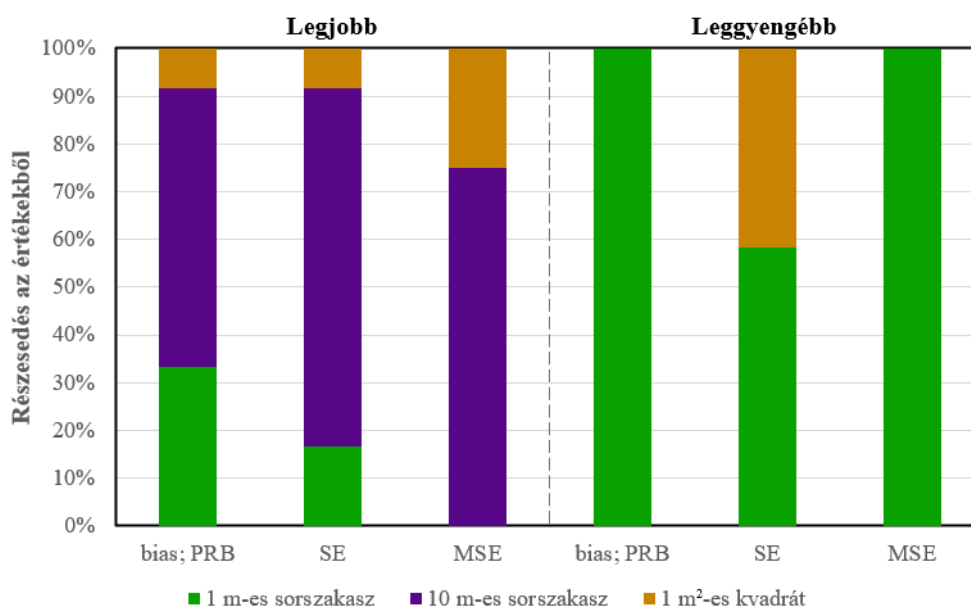
A **16. táblázat**ban látható, hogy a kár térbeli eloszlása, valós aránya, valamint a két faktor interakciója mely esetekben gyakorolt statisztikailag igazolható hatást a valós értéktől való eltérésre. Megállapítható, hogy e tekintetben a 10 m-es sorszakaszok bizonyultak a leggyengébbnek, mivel ott csak egyetlen esetben (X útvonal, n = 25) nem befolyásolta a becslést a kár aránya, valamint a tényezők interakciója. A másik két mintavételi egységgel dolgozó becslések hasonlóan érzékenyek voltak a kár térbeli eloszlására, míg a kárarány és az interakció kevésbé volt meghatározó (ez különösen igaz volt a W útvonalon elhelyezett 1 m-es sorszakaszoknál). A páronkénti összehasonlítások eredményeiben nem volt felfedezhető következetesség vagy mintázat. A káreloszlások tekintetében pl. elenyésző számban fordult elő, hogy csak a random és valamely (vagy mindkét) sűrűsödő eloszlás között volt különbség.

**16. táblázat** A bias értékét befolyásoló tényezők a búza vadkárbecslése esetében

Minta- vételi egység	Minta- elemszám (db)	V útvonal			W útvonal			X útvonal		
		Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció	Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció	Kár- eloszlás	Kár- arány	Inter- akció
1 m-es sorszakasz	10	x	x	x	x			x	x	
	15	x	x	x	x			x		x
	20	x	x	x	x		x	x	x	x
	25	x			x					
	30	x	x	x	x	x	x	x		x
10 m-es sorszakasz	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	25	x	x	x	x	x	x	x		
	30	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1 m <sup>2</sup> -es kvadrát	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	15	x			x			x		
	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	25				x					
	30	x			x			x		x

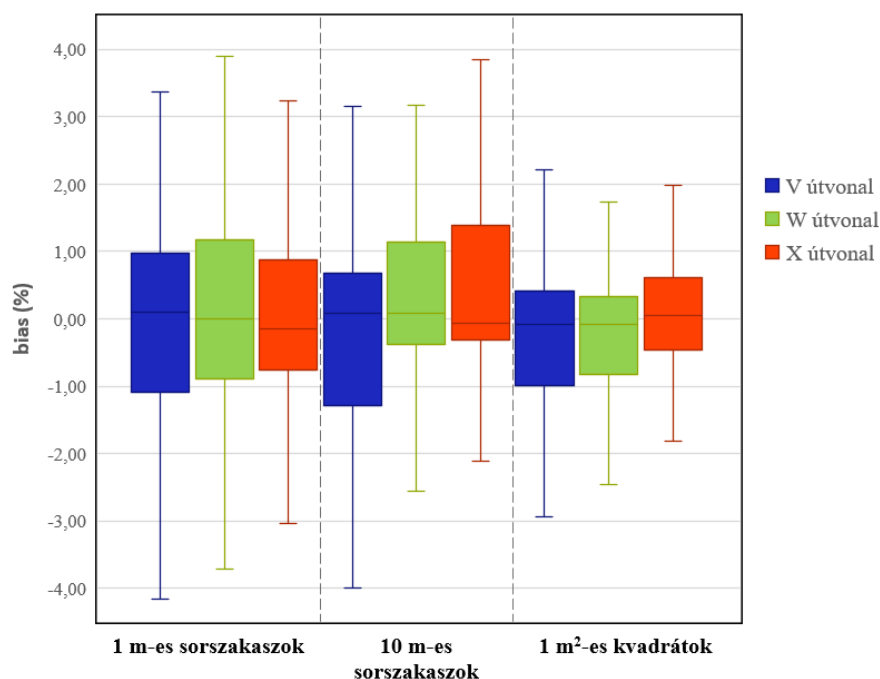
Megjegyezhető, hogy a PRB értékét vizsgálva ehhez nagyon hasonló eredmények adódtak: a káreloszlás tekintetében teljesen meg is egyeztek, a kárarány és az interakció vonatkozásában pedig kevesebb, mint az esetek harmadában fordult elő, hogy ahol ezek a bias értékét szignifikánsan befolyásolták, ott a PRB-t nem, vagy épp fordítva.

Az ötös ismétléscsoportokra kiszámított paraméterek (várható érték, átlagos torzítás, PRB, SE, MSE) értékei mintavételi egységenként külön táblázatokba szerkesztve a **34-36. Mellékletben** található. Az adatok áttekintését segíti a cellák színezése, amelynél a sávok hossza arányos a cellában szereplő értékkel. A teljes cella szélessége mindenhol az adott paraméter – mintavételi egységeken „átívelő” – abszolút értékben értelmezett maximumát jelenti. A különböző értékek közül minden táblamodell esetében kigyűjtöttem, hogy az egyes paraméterek tekintetében mely becslés adta a legjobbat és a leggyengébbet. A részletes listát a **37. melléklet** mutatja, míg az **58. ábra** ábrázolja a legjobb és leggyengébb értékek mintavételi egységek közti megoszlását. A legjobb értékeket többségében a 10 m-es sorszakaszokat alkalmazó becslések érték el (változatos útvonalakkal és többségében 25-ös vagy 30-as mintaszámmal). A legrosszabb értékek között az 1 m-es sorszakaszokkal kapott eredmények domináltak (változatos útvonalakkal és mintaszámokkal).



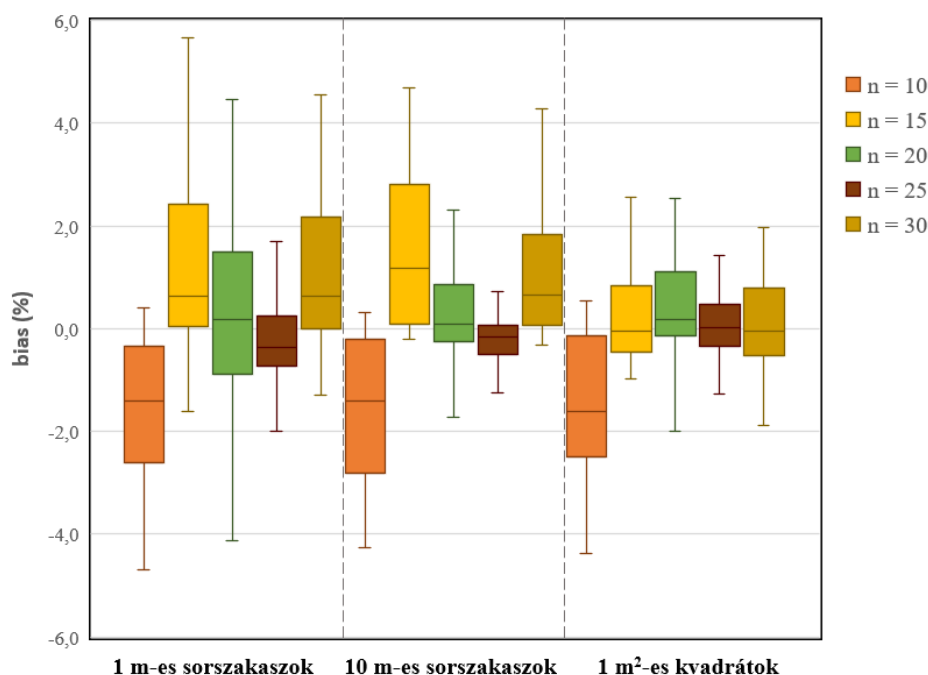
**58. ábra** Az egyes mintavételi egységek részesedése a különböző paraméterek legjobb és leggyengébb értékeiből búza esetében (oszloponként n = 12)

A különböző mintavételi egységek szerinti bontásban az ötös ismétléscsoportok átlagos torzításait mintavételezési útvonalanként ábrázolva (**59. ábra**) látható, hogy az interkvartilistartomány és a minimum-maximum intervallum terjedelme minden mintavételi egység esetében a V útvonalnál volt a legnagyobb. A legkisebb tartományok 1 m-es sorszakaszok és 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátok használatával az X alakú útvonalnál, míg 10 m-es sorszakaszokat alkalmazva a W alakúnál adódtak. Mindezzel együtt a középértékek minden csoportban a 0-hoz nagyon közel helyezkedtek el.



59. ábra Az átlagos torzítás alakulása mintavételi útvonalanként, különböző mintavételi egységekkel, búza esetében (csoportonként n = 60)

Az egyes mintavételi egységekhez tartozó öt ismétléscsoportok átlagos torzításait mintaelemszámonként ábrázolva (60. ábra) megállapítható, hogy az 1 m-es és 10 m-es sorszakaszok esetében a valós értéktől való eltérés meglehetősen hasonló képet mutatott. A középvérték mindkét esetben a 10-es és a 25-ös mintaszámnál negatív volt, a további mintaszámoknál pedig pozitív. A 10 db-os és 15 db-os mintaszámnál az 1 m-es, míg a nagyobb mintaszámoknál a 10 m-es sorszakaszokhoz tartozó interkvartilis-tartomány volt kisebb (ez a minimum és maximum közti tartományra is igaz).

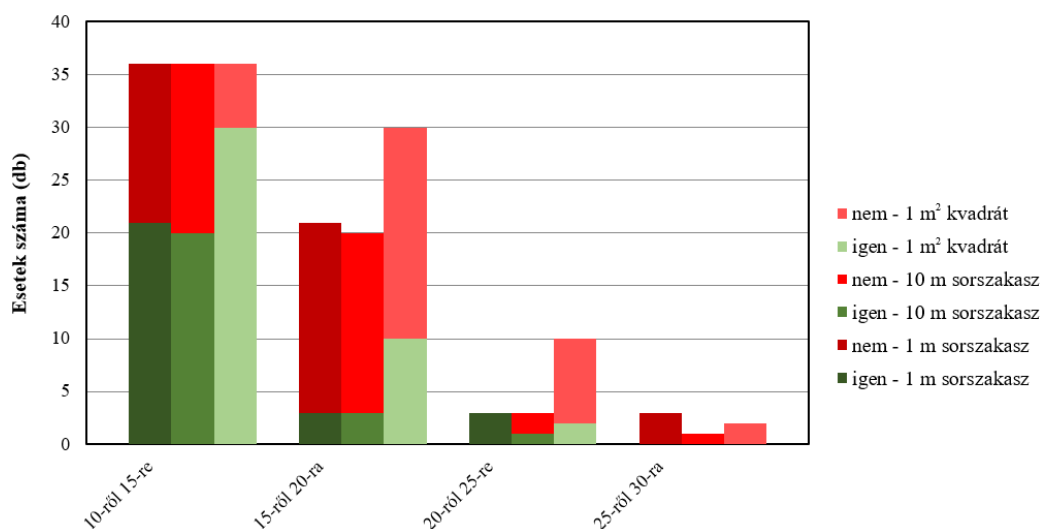


60. ábra Az átlagos torzítás alakulása mintaszámonként, búza esetében (csoportonként n = 36)

Az 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátok esetében a 10-es mintaszám felett a sorszakaszoknál kevésbé voltak hullámzóak az adatok. Mind a sorszakaszok, mind a kvadrátok esetében a 25-ös mintaszámhoz tartozó interkvartilis-tartomány és minimum-maximum intervallum volt a legkisebb, erről a mintaszámról a 30 db-osra lépve pedig mindkettő látványosan megnőtt.

Megjegyzendő, hogy a fenti, különböző mintavételi egységekre és mintaszámokra vonatkozó megállapítások a relatív torzítás tekintetében is maradéktalanul megállják a helyüket.

A **61. ábra** azon becslések számát mutatja, amelyeknél a mintaelemszám növelésével tovább csökkent az ötös ismétléscsoportok átlagos torzításának abszolút értéke. A 10-es mintaszámnál még minden becslés szerepel, a következő lépcsőre azonban mindig csak azok „jutottak tovább”, amelyeknél javult az eredmény az előző mintaszámhoz viszonyítva. Látható, hogy a sorszakaszokkal dolgozó becslések esetében már 10-ről 15-ös mintaszámra való lépés is alig több, mint az esetek felében hozta a valós értéktől való eltérés csökkenését, majd a 15 db-ról 20 db-ra történő további emelés csak 14-15%-ban eredményezett javulást. Ezzel szemben a kvadrátokkal mintázva az első lépés 83,3%-ban hozta a becslés javulását, és még a 15 db-ról 20 db-ra történő emelés is az esetek harmadában eredményezte ugyanezt. A 25-ről 30-as mintaszámra való lépésnél egyik mintavételi egység alkalmazásakor sem volt olyan eset, ahol még tovább csökkent volna az átlagos torzítás abszolút értéke.



**61. ábra** A valós értéktől való eltérés javulása a mintaszám növelésével a búza vadkárbecslése során

A mintavételezés időszükségletét (**17. táblázat**) tekintve látható, hogy az 1 m-es sorszakaszok használatával a legnagyobb mintaszám mellett 1,1 óra (26.250 Ft) alatt végrehajtható a mintavételezés, míg a 10 m-es sorszakaszok és az 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátok esetében a legkisebb mintaszámmal is csak ennél hosszabb vagy ezzel megegyező [rendre 1,6 óra (35.000 Ft), ill. 1,1 óra (26.250 Ft)] idő alatt végezhető el a munka. Az utóbbi két mintavételi egységet alkalmazva a leghosszabb munkaidő 4,9 óra (87.500 Ft), ill. 3,4 óra (61.250 Ft). A különböző mintavételi

útvonalak között nincs számottevő különbség az időszükséglet vonatkozásában. Nem volt olyan eset, ahol a mintavételezés számított munkadíja meghaladta volna a kár értékét.

17. táblázat A mintavételezés időszükséglete a búza vadkárbecslése során

Minta- vételi egység	Minta- elemszám (db)	V útvonal		W útvonal		X útvonal	
		Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)	Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)	Munkaidő (óra)	Munkadíj (Ft)
1 m-es sorszakasz	10	0,4	8 750	0,4	8 750	0,4	8 750
	15	0,6	17 500	0,6	17 500	0,6	17 500
	20	0,7	17 500	0,8	17 500	0,8	17 500
	25	0,9	17 500	0,9	17 500	0,9	17 500
	30	1,1	26 250	1,1	26 250	1,1	26 250
10 m-es sorszakasz	10	1,6	35 000	1,7	35 000	1,7	35 000
	15	2,4	43 750	2,5	43 750	2,5	43 750
	20	3,2	61 250	3,3	61 250	3,3	61 250
	25	4,0	78 750	4,0	78 750	4,1	78 750
	30	4,8	87 500	4,8	87 500	4,9	87 500
1 m <sup>2</sup> -es kvadrát	10	1,1	26 250	1,2	26 250	1,2	26 250
	15	1,7	35 000	1,7	35 000	1,7	35 000
	20	2,2	43 750	2,3	43 750	2,3	43 750
	25	2,8	52 500	2,8	52 500	2,8	52 500
	30	3,3	61 250	3,3	61 250	3,4	61 250

Az egyes becslési módszerek rangsorolása alapján, térbeli káreloszlások szerinti bontásban előállt, egyenként 180 elemet tartalmazó listák legjobb 10 pontszámot kapó elemét a **18. táblázat** mutatja. Elsőként szembetűnő, hogy 10 m-es sorszakaszokkal végzett becslés összesen két alkalommal került fel a bemutatott listákra. A rangsorok első 10 helyén a véletlen káreloszlás esetében többségében az 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátok szerepelnek, W útvonallal és változatos mintaszámokkal (bár az első két helyen mindkét listán az 1 m-es sorszakaszok állnak, szintén W útvonallal). Az 1 szegélyben sűrűsödő káreloszlás esetén egy kivétellel minden helyre az 1 m-es sorszakaszok kerültek (változatos mintaszámokkal). A mintavételi útvonalak megoszlása a teljes összesítésben egyenletesnek mondható, míg a szűkített lista elején főként V és X útvonalak szerepelnek. A 2 szegélyben sűrűsödő káreloszlás mellett a teljes összesítésből származó rangsor legjobb 10 helyén dominálnak az 1 m-es sorszakaszok, változatos mintaszámmal és többségében X útvonallal. A szűkített szempontrendszer listáján a mintaszámok szintén változatosak, míg a mintavételi egységeket tekintve már több helyet elfoglalnak az 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátok is. Az útvonalak esetében közel azonos arányban szerepel a V és X alakzat (W egy esetben található).

18. táblázat A vizsgált vadkárbecslési módszerek rangsorának legjobb 10 eleme búza esetében

Kár-eloszlás	Rang-sor	Összesített értékelés (bias, PRB, SE, MSE, munkaidő és -díj)	Szűkített értékelés (bias, SE, munkaidő)
Random	1.	1 m-es sorszakasz, W, n=30 (10% kár)	1 m-es sorszakasz, W, n=15 (10% kár)
	2.	1 m-es sorszakasz, W, n=15 (10% kár)	1 m-es sorszakasz, W, n=30 (10% kár)
	3.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=10 (30% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=15 (10% kár)
	4.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=20 (70% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=10 (30% kár)
	5.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=15 (10% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=20 (70% kár)
	6.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=15 (50% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=15 (50% kár)
	7.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=20 (50% kár)	1 m-es sorszakasz, W, n=30 (70% kár)
	8.	1 m-es sorszakasz, W, n=30 (70% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=30 (10% kár)
	9.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, X, n=25 (70% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=20 (50% kár)
	10.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, V, n=15 (30% kár)	10 m-es sorszakasz, V, n=10 (10% kár)
1 szegélyben sűrűsödő	1.	1 m-es sorszakasz, W, n=25 (30% kár)	1 m-es sorszakasz, V, n=10 (50% kár)
	2.	1 m-es sorszakasz, X, n=25 (30% kár)	1 m-es sorszakasz, X, n=10 (10% kár)
	3.	1 m-es sorszakasz, X, n=15 (70% kár)	1 m-es sorszakasz, W, n=25 (30% kár)
	4.	1 m-es sorszakasz, X, n=25 (50% kár)	1 m-es sorszakasz, V, n=15 (10% kár)
	5.	1 m-es sorszakasz, V, n=15 (50% kár)	1 m-es sorszakasz, V, n=15 (50% kár)
	6.	1 m-es sorszakasz, X, n=25 (70% kár)	1 m-es sorszakasz, X, n=25 (30% kár)
	7.	1 m-es sorszakasz, V, n=10 (50% kár)	1 m-es sorszakasz, X, n=15 (70% kár)
	8.	1 m-es sorszakasz, V, n=15 (10% kár)	1 m-es sorszakasz, V, n=20 (10% kár)
	9.	1 m-es sorszakasz, W, n=25 (70% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, X, n=15 (10% kár)
	10.	1 m-es sorszakasz, W, n=15 (50% kár)	1 m-es sorszakasz, V, n=30 (10% kár)
2 szegélyben sűrűsödő	1.	1 m-es sorszakasz, X, n=15 (70% kár)	1 m-es sorszakasz, X, n=15 (70% kár)
	2.	1 m-es sorszakasz, V, n=20 (10% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, V, n=10 (10% kár)
	3.	1 m-es sorszakasz, X, n=10 (70% kár)	1 m-es sorszakasz, V, n=20 (10% kár)
	4.	1 m-es sorszakasz, X, n=25 (10% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=20 (10% kár)
	5.	1 m-es sorszakasz, V, n=20 (70% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, X, n=10 (10% kár)
	6.	1 m-es sorszakasz, X, n=25 (70% kár)	1 m-es sorszakasz, X, n=25 (10% kár)
	7.	1 m-es sorszakasz, X, n=15 (50% kár)	10 m-es sorszakasz, V, n=20 (10% kár)
	8.	1 m-es sorszakasz, X, n=30 (50% kár)	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, V, n=20 (10% kár)
	9.	1 m-es sorszakasz, X, n=30 (70% kár)	1 m-es sorszakasz, X, n=30 (10% kár)
	10.	1 m <sup>2</sup> -es kvadrát, W, n=20 (10% kár)	1 m-es sorszakasz, X, n=10 (70% kár)

### 4.3. Új tudományos eredmények

1. Kidolgoztam és eredményesen alkalmaztam az egyes sűrű és széles sortávú szántóföldi kultúrák vadkárbecslési módszereinek térinformatikai tesztelésére alkalmas módszertant és az annak alapját képző táblamodelleket.
2. A kukorica példáján keresztül, ismert valós károsítási arány mellett elvégzett terepi vizsgálatokkal, valamint térinformatikai szimulációval igazoltam, hogy a Variable Area Transect módszer nem alkalmas vadkárbecslésre.
3. Kimutattam, hogy széles sortávú szántóföldi kultúrában 3, 10, 30 és 60 ha táblaméret mellett a kvadrátokkal dolgozó mintateres, a pontrácsos, a dupla pontrácsos és a párhuzamos transzekt vadkárbecslési módszerek eredményeit leginkább a kár térbeli eloszlása befolyásolja, de a kárárány és a két tényező interakciója is számos esetben hatással van rájuk.
4. Kimutattam, hogy széles sortávú kultúrában a pontrácsos mintavételezés módosított, dupla pontrácsos változata az eredetinel nem ad általánosságban jobb minőségű eredményeket, ezért a módszer ilyen irányú fejlesztése nem célszerű. Megállapítottam, hogy a vizsgáltak közül a gyakorlat számára egyértelműen a mintateres eljárás ajánlott. Itt 1:2 oldalarány mellett a V, W és X mintavételi útvonalak közül bármelyik alkalmazása támogatható, a vizsgált mintaszámok közül pedig 3 és 10 ha-os táblaméretnél a 10 db-os is elfogadható, míg 30 és 60 ha mellett a 30 db-os javasolható.
5. Kimutattam, hogy sűrű sortávú szántóföldi kultúrában, kis (3 ha) táblaméret mellett 1 m és 10 m hosszúságú sorszakaszok, valamint négyzet alakú, 1 m<sup>2</sup> területű kvadrátok is alkalmasak vadkárbecslésre. A becslési eredményeket leginkább a kár térbeli eloszlása befolyásolja, de a kárárány és a két tényező interakciója is számos esetben hatással van rájuk.
6. Kimutattam, hogy sűrű sortávú kultúrában, kis (3 ha) táblaméret mellett, a költséghatékonyságot is figyelembe véve elsősorban 1 m-es sorszakaszok és 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátok alkalmazása ajánlható vadkárbecslésre. Megállapítottam, hogy 1:2 oldalaránynál a V, W és X mintavételi útvonalak közül bármelyik alkalmazása támogatható, míg a vizsgált mintaszámok közül a 25 db-os javasolható.



## 5. Következtetések és javaslatok

### 5.1. A pilóta nélküli légi járművel végzett túráskár-becslés

Az első vizsgálati évben, a legeltetett gyepről készített légi fotókon a szarvasmarhák által kitaposott foltok vaddisznótúráshoz való hasonlósága megerősítette, hogy a drónok használata a vadkárszakértők munkáját ugyan segítheti, de a helyszíni szemrevételezést nem helyettesíti. Ez MICHEZ *et al.* (2014) vizsgálatában is megtörtént a tényleges károkozó fajok meghatározására, FISCHER *et al.* (2019) pedig számos olyan jelenséget említenek, ami a vad által kukoricában okozott kárral összetéveszthető a drónnal készített fotókon: elégtelen kelés, víznyomás/áradás okozta töhiány, széldöntés, rovarkár, nehézségek hatása. Utóbbi vizsgálatban egy táblán a légi fotók alapján vaddisznónak tulajdonított kárról a felszínen megfigyelve bebizonyosodott, hogy valójában mosómedve okozta.

A második évben, a napraforgóvetésről erős napfényben készített légi fotók alapján megállapítottam, hogy a képeken valójában nem a túrák, hanem az önmagukba vetett árnyékok voltak elkülöníthetők. Ez alapján célszerű kerülni az erős napfényben való fotózást, mivel az meglehetősen bizonytalanná teszi a georeferált fotókon való területmérést, akár a túrák manuális bejelölésével, akár valamilyen automata képfeldolgozással dolgozik a szakértő. A legjobb alternatíva a mérsékelt, szórt fényt biztosító felhőzet mellett való fotózás lehet. Amennyiben ehhez nem biztosítottak a feltételek, érdemes lehet a reggeli vagy alkonyati időszakban próbálkozni, amikor már (ill. még) kellő mennyiségű fény áll rendelkezésre a fotózáshoz, de surlófények nem jelentkeznek, tehát a Nap állása nem eredményez kontrasztos árnyékokat a vaddisznótúrákban.

A gyomos területen található természetes és – ásóval való átforgatással – szimulált vaddisznótúra színbeli eltérése (utóbbi sötétebb volt) valószínűsíthetően a felásott föld kiszáradásával enyhül, vagy el is tűnik. A módszert kutatási célra alkalmasnak találok olyan esetben, ahol a kutatók által beállított, pontosan ismert valós kárányra van szükség.

A légi fotók manuális georeferálása több okból is meglehetősen körülményesnek bizonyult. Egy-egy fotóval meglehetősen kis területet tudtam lefedni úgy, hogy a kellő felbontás megmaradjon, így azonban a georeferáláshoz szükséges jelölőket sokszor át kellett helyezni, ami minden esetben a koordinátáik újbóli rögzítését is megkövetelte. Több fotó összefűzése a számítógépes utómunkában szintén nehézkes. A külső szolgáltatással végrehajtott automata repülés, valamint ortofotó-készítés ezzel szemben gördülékeny volt, a két megoldás közül egyértelműen utóbbit találtam életszerűnek.

A túrák ortofotón történt, manuális bejelölésével mindkét változat esetében kisebb (számolási módtól függően negyed- vagy feleakkora) károsítási arányt kaptam, mint a

hagyományos, felszíni mintavételezéssel. Tény, hogy előfordulhatnak olyan kisebb foltok, amelyeket a fotón nem megfelelően láttam, ezért hibásan nem jelöltem károsítottknak (a fordított irányt nem tartom valószínűnek), de az kizárható, hogy ekkora mértékű hibával dolgoztam. Ezek alapján megítélésem szerint a drónos munkával kapott károsítási arány közelebb állt a valós kármértékhez, mint a hagyományos módszer eredménye. Az automatizált képfeldolgozó algoritmusok sikerességi aránya (vagyis az, hogy mekkora arányban jelöltek meg helyesen egy képpontot károsítottként vagy károsítatlanként) az általam ismertek közül SAMIAPPAN *et al.* (2018) vizsgálatában volt a leggyengébb (64,9%-77,7%), meglátásom szerint a manuális jelölés során ezt felül tudtam múlni. Véleményem, hogy saját munkámban a jobb eredményeket adó – ugyancsak látható spektrumú fotókkal, bár részben más kárformákkal dolgozó – kutatások sikerességi arányához ennél közelebb álltam [RUTTEN *et al.* (2018) 84,5%-ot, FISCHER *et al.* (2019) 72-94%-ot, érték el]. Sajnos ezt a megállapítást a valós károsítási arány ismeretének hiányában számszerű adatokkal igazolni nem tudom.

Természetesen a drónos eljárás nagyobb költségű, mivel igényel egy egyszeri eszközberuházást, ill. a DroneDeploy (vagy egy ahhoz hasonló szolgáltatás) díjával is kalkulálni kell. Ilyen célra használható DJI drónok néhány százezer Ft-os áron megvásárolhatóak, a DroneDeploy éves előfizetése pedig 1.188 \$ (~375.000 Ft). További költséget jelent a jogszerű drónhasználat feltételeinek megteremtése (pl. hatósági regisztráció, kötelező biztosítás stb.). Mindezzel együtt érdemes átgondolni, hogy maga az adatgyűjtés sokkal gyorsabb és kényelmesebb a drón használatával (esetemben a közel 10 ha területű táblán előkészülettel és elpakolással együtt sem volt több 25 percnél). Ez a módszer a terepi munkát tekintve még úgy sem igényel több időt a hagyományosnál, hogy a túrások ellenőrzése miatt a szakértőnek – a korábban említett okok miatt – be kell gyalogolnia a táblára. Véleményem szerint egy vetésen keletkezett túrás esetében ez egy „rutinszerű”, gyors ellenőrzésben kimerülhet, amennyiben az első néhány foltról bebizonyosodik, hogy valóban vaddisznótúrás, akkor szükségtelen nagyobb területet szemrevételezni. Igaz ugyan, hogy a túrások manuális bejelölése az ortofotókon nagyobb munkaigényű, de a szakvélemény elkészítése során a hagyományos módszer is igényel utómunkát. Ezen túlmenően a képfeldolgozást nem feltétlenül kell olyan részletességgel elvégezni, mint ahogyan én tettem (pl. itt is elképzelhető olyan eset, ahol a rétegzett mintavételezéshez hasonlóan nagyobb, újravetést igénylő táblarészek egyben lehatárolhatóak).

A túrások manuális bejelölésekor kényelmesebbnek bizonyult a hatszögletű poligonrácst használó megoldás, mivel ez egyfajta keretet adott a túrások azonosításának, aminek hiányában a szabadkézi poligonrajzolás több figyelmet és precízebb egérhasználatot igényelt. A két eljárás között a végleges térkép alapján voltak kisebb eltérések, a szabadkézinél kevésbé voltak

„széttöredezetek” a túrt foltok, ami azt is jelenti, hogy a rácshálós megoldásnál kisebb foltokat is bejelöltem. Mindezzel együtt a két módszer alapján számított károsított területméret közel azonos volt, tehát a kisebb különbségek kiegyenlítődték, ami azt sugallja, hogy egyéni preferencia alapján kiválasztható az alkalmazott eljárás.

## **5.2. A pilot vizsgálat és a VAT módszer**

A terepi pilot vizsgálat alapján megmutatkozott, hogy a mintateres és a VAT módszer eredményei ott tértek el a legnagyobb mértékben a ténylegesen beállított káráránytól, ahol a szimulált károsítás térbeli eloszlása jelentősen eltért a véletlenszerűtől (B és C tábla), ezzel egyidejűleg ezeknél a tábláknál a pontrácsos módszer adta a legkevésbé torzított becsléseket. Megfigyelhető volt továbbá, hogy adott módszer kisebb mintaszámmal, ill. mintapont-sűrűséggel alkalmazva több esetben is kisebb mértékű hibát eredményezett, mint a teljes mintából számolt becslés, ami arra utal, hogy a mintaszám növelésével nem feltétlenül javulnak a becslési eredmények. Mindezzel együtt fontos megjegyezni, hogy ebből a vizsgálatból nem vonhatók le általános és egyértelmű tényként kezelhető következtetések. Ennek egyik legfontosabb oka, hogy nem volt alkalmunk ismétléseket végezni, mivel a károsítottként figyelembe vett növények jelölése, valamint a mintavételezések egyszeri végrehajtása is jelentős mennyiségű időbe került még úgy is, hogy öt fő vett részt a munkában. Bizonyára nem véletlen, hogy mindössze egy olyan korábbi kutatásról találtam publikációt, ahol hagyományos, szántóföldi vadkárbecslési módszereket valós körülmények között, ismert károsítási arány mellett teszteltek, de még ENGEMAN & STERNER (2002) is csak egy 0,25 ha területű kukoricatáblán végzett teljes felmérést, hogy ennek eredményeivel hasonlítsa össze a különböző módszerekkel kapott becsléseket.

A VAT módszer kapcsán elmondható, hogy 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. Eredményeim szerint a valós értéktől legtávolabb eső becslést a terepi munka minden táblája esetében a VAT adta, a PRB mértékének alakulása pedig egybevágott a két vizsgálat esetén (a foltos káreloszlás mellett volt a legnagyobb, ezt pedig az 1 szegélyben sűrűsödő eloszlás követte).

A VAT módszer esetében találtakat összefoglalva megállapítható, hogy az csak véletlenszerű térbeli káreloszlás mellett ad elfogadható becslési eredményeket, ezért gyakorlati alkalmazását nem javaslom, mivel a vadkár mintázata ettől legtöbbször eltér [kukoricában pl. DEVAULT *et al.* (2007), CAI *et al.* (2008), BLEIER *et al.* (2017b) és KOVÁCS *et al.* (2020a) eredményei alapján]. ENGEMAN & STERNER (2002) szintén kukoricában végzett kutatása során az ittenivel megegyező  $w$  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 azt mutatják, hogy a VAT felvételezés munkaidő csökkentésére való, több tanulmányban (ENGEMAN & SUGIHARA 1998; DOBROWSKI & MURPHY 2006) is említett alkalmassága is megkérdőjelezhető, mivel kivitelezését kifejezetten körülményesnek és időigényesnek találtam (a terepi vizsgálat A, B és C tábláján pl. rendre 1 óra, 6 óra és 3 óra feletti ideig tartott a 30-as mintaszám mellett). A munkát mérőszalag helyett egy megfelelő pontosságú és funkcionalitású GPS eszköz egyszerűsítene, ennek azonban a módszer vadkárbecslésre való alkalmatlansága miatt gyakorlati jelentősége nincs.

### **5.3. A kukorica komplex vizsgálata és a búzával végzett térinformatikai szimulációk**

A vizsgálatomban szereplő összes becslési ismétlést figyelembe véve elmondható, hogy kukoricánál minden torzítás (bias) -13,1% és +18,7% között volt, míg búzánál -6,1% és +7,1% között alakult. Ez azt jelenti, hogy az általam vizsgált bármely károsítási scenáriót és mintavételt választva nem találtam ennél gyengébb eredményt. Annak megítélése szubjektív, hogy ezek az értékek „jók” vagy „rosszak”, mivel a szakirodalomban nem találtam olyan objektíven megállapított határértéket, amin kívül egy vadkárbecslési eredmény közmegegyezés alapján elfogadhatatlan lenne. A torzítás szempontjából leggyengébb becslések tévedése a pénzürtékben kifejezett összeget tekintve is megítélhető. Ezek esetében -308.543 Ft és 173.556 Ft tévedést jelentettek a kukoricánál (egy-egy 10 ha-os és 3 ha-os táblamodellen), míg -42.188 Ft-ot és 52.212 Ft-ot a búzánál. Elsősorban a kukorica esetében mondható el ez alapján, hogy még amennyiben a tévedés százalékban kifejezve első benyomásra nem is feltétlenül érezhető komolynak, ugyanezt pénzbeli hibára lefordítva már azonnal látható, hogy egy rosszul megválasztott becslési módszer mekkora hátrányt jelenthet valamelyik érintett félnek (napraforgónál ugyanez még nagyobb léptékű probléma).

Ehhez a kérdéskörhöz jó kiegészítő adat lehet, hogy a kukorica ( $n = 10.400$ ) esetében  $\pm 5\%$ -os torzításon belül a becslések 96,8%-a, míg  $\pm 2\%$ -on belül 78,5%-a, de még  $\pm 1\%$ -on belül is 55,6%-a volt. Ugyanezek az arányok a búzával ( $n = 2.700$ ) kapcsolatos vizsgálatban rendre 98,2%, ( $\pm 5\%$ -on belül), 72,7% ( $\pm 2\%$ -on belül) és 50,9% ( $\pm 1\%$ -on belül) voltak. Kukoricában vagy

napraforgóban néhány százalék tévedés a vadászatra jogosult kárára már az értekezésében feltüntetett – 2020 óta még tovább nőtt – felvásárlási átlagárak alapján is többszázézer Ft-os többletkiadást jelenthet, ami a ténylegesen bekövetkezett kár megtérítéséhez hozzáadódva (és adott esetben nem is csak egy földhasználó részére megítélt vadkártérítés esetén) egy gyengébb anyagi helyzetben lévő vadászatra jogosultnak akár a fennmaradását is veszélybe sodorhatja. Itt megemlíthető a kötelező vadkáralap (Vtv. 81/B. §) képzése is, ami bár a teljesítési képesség javítását elősegíti, valójában (még ha csak ideiglenesen is) kétszeresen köti le a térítendő összeget, ezzel még további forrást von el a működéstől és a vadgazdálkodás fejlesztésétől. Ezek tudatában azt gondolom, hogy indokolt, és nem irreális, ha a becslési módszerekkel szemben szigorú követelményeket támasztunk.

A relatív hiba (PRB) tekintetében KIRÁLY & MAROSÁN (2016) objektív indoklás nélkül  $\pm 20\%$ -os tévedésnél húzta meg az elfogadhatóság határvonalát. Saját vizsgálatomban ebbe az intervallumba a kukoricánál a becslések  $97,0\%$ -a, míg a búzánál  $99,1\%$ -a esett, tehát ez egyértelműen túl enyhe kritérium. Ennél sokkal szigorúbb követelmény is megfogalmazható, a kukoricánál pl. a becslések fele ( $50,7\%$ )  $\pm 2\%$ -on belül volt, míg a búzánál  $\pm 3\%$ -on belül volt a PRB értékek  $49,8\%$ -a.

Elemzéseim alapján megállapítható, hogy a vizsgált tényezők közül mindkét kultúrában a kár térbeli eloszlása befolyásolta a legtöbbször a becslési eredményeket, de a kár aránya és a két faktor interakciója is sok esetben szignifikáns hatással bírt a valós értéktől való eltérésre. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy a káreloszlások páronkénti összehasonlítása tekintetében nem volt igaz, hogy általában a véletlenszerű eloszlás mellett kapott eredmények különböztek a vadkár tényleges eloszlását modellező, szegélyben sűrűsödő eloszlásoktól. Még ha a búza esetében az adatok ábrázolása azt is sugallja, a statisztikai vizsgálatok alapján egyik kultúrában sem arról volt szó tehát, hogy a vizsgált módszerek a térbeli mintavételezés szempontjából ideálisnak tekinthető (ENGEMAN *et al.* 1994; ENGEMAN & SUGIHARA 1998; ENGEMAN *et al.* 2005), véletlen eloszlású kárt becsülték volna jobban, a valós táblán belüli eloszlásút (WYWIALOWSKI 1996; DEVAULT *et al.* 2007; BLEIER *et al.* 2017b; KOVÁCS *et al.* 2020a) pedig gyengébben. Egyszerűen az volt látható, hogy különböző eloszlások mellett különböző eredmények születtek. Ebben kevés következetesség volt felfedezhető, egyedül a kukoricában végzett mintateres becslésnél jelentkezett gyakran, hogy csak a 2 szegélyben sűrűsödő eloszlás különbözött egy vagy az összes másiktól. Ez azt sugallja, hogy az erdő által L alakban határolt táblák esetében különös figyelmet kell fordítani a megfelelő becslési eljárás kiválasztására.

Az ötös ismétléscsoportokat összesítve vizsgáló statisztikai paraméterek (bias, PRB, SE, MSE) tekintetében a kukorica esetében a mintateres módszer összességében

kiegyensúlyozottabbnak mondható, mint a pontrácsos módszer két változata és a párhuzamos transzektek. Ezt alátámasztja, hogy a pontrácsos és a dupla pontrácsos eljárások sokszor adták a legjobb és a legrosszabb értékeket is, bár a leggyengébb értékek arányát és a teljes adatsort áttekintve is látható volt, hogy a nagyobb tábláknál a számított mutatókban megmutatkozik annak előnye, ha a teljes táblát lefedjük mintavételi egységekkel. A probléma, hogy itt is inkább a nagyobb rácssűrűségekkel lehetett felülmúlni a mintateres módszer eredményeit, azonban ezeknek akkora az időszükséglete, ami a gyakorlatban használhatatlanná teszi őket (később, a költséghatékonyságot is figyelembe vevő rangsorolásból ezért is hagytam ki azon mintavételezéseket, amelyek nem végezhetőek el egy munkanap alatt). A dupla pontráccsal kapott eredményekben nem fedeztem fel olyan javulást, ami indokolná ennek a változatnak az alkalmazását. A búza esetében a legjobb értékeket többségében a 10 m-es sorszakaszokat alkalmazó becslések érték el, míg a legrosszabb értékek között az 1 m-es sorszakaszokkal kapott eredmények domináltak, ezzel együtt nem volt olyan mintavételi egység, ami egy-egy paraméter tekintetében kiemelkedően gyengén teljesített volna a másik kettőhöz viszonyítva, sem olyan, ami minden szempontból jobbnak bizonyult a másik kettőnél.

A mintateres módszer mintavételi útvonalait értékelve a kukoricánál azt találtam, hogy összességében nem lehetett különbséget tenni a V, W és X útvonal alkalmassága között (a 10 ha-os táblaméret esetében csekély eltérésekkel a W útvonal teljesített a legjobban). Búzában szintén nagyon alacsony mértékű eltérések látszóttak. A torzítás középértékei minden csoportban a nullához nagyon közel helyezkedtek el, nem volt olyan mintavételi egység, amelynél bármely útvonal egyértelműen kiemelkedett volna. Minden mintázat használatával számos jó és gyenge becslés is született, eredményeim nem igazolták VARGA & KÁSA (2011) azon kijelentését, hogy a W elrendezés általánosan javítja a becslés eredményét. Úgy vélem, hogy a mintavételi útvonal kiválasztásakor széles és sűrű sortávú kultúrában is elfogadható, ha a vadkárszakértők a bejáráshoz szükséges idő alapján döntenek, és a legkisebb időszükségletű útvonal mentén helyezik el a mintavételi egységeket. Bár ez nem nevezhető tudományos megfontolásnak (inkább szerencsés egybeesés), de így a döntés alapja lehet saját meggyőződés vagy a megbízók kérése is, mert várhatóan egyik útvonal használata sem fogja rontani a munka minőségét.

A mintanagyság kérdése szintén igen hangsúlyos, a módszer kiválasztása után erről is minden tábla esetében döntést kell hoznia a szakértőknek. A kukoricánál a mintateres módszer esetében a két kisebb táblaméret mellett a torzítások alakulása nagyon hasonló volt, elenyésző különbséggel mutatkozott a legjobbnak a 30 db-os mintaszám. A 30 ha-os táblamodelleken szintén a legnagyobb mintaszám hozta a legjobb eredményeket, de itt már volt egy mintaszám, ami a többihez viszonyítva láthatóan gyengébben teljesített:  $n = 25$  esetében szélesebb intervallumban

mozogtak a torzítások. A legnagyobb táblaméretnél szintén a 25 db-os mintaszámmal kapott torzítások alakultak a leggyengébben (az eloszlásuk is itt volt a leginkább aszimmetrikus), és ott is a legnagyobb mintaszám szolgáltatta a legjobb eredményt. A mintateres módszer mintaszámaira vonatkozóan az Egységes Mezőgazdasági Vadkárfelemelési Útmutató (ANONYMUS 2021) 3 ha-os táblákra minimum 15 db mintateret ajánl. Eredményeim alapján ez a mintaszám nem bizonyult jobbnak, mint a 10 db-os, de az emelés is csak akkor indokolható, ha az egyenesen 30 db-ra történik. Ehhez hasonlóan 10 ha-nál az ajánlott 20 db-os mintaszám nem hozott jobb eredményeket, mint a kisebbek, de az emelést is csak akkor tartom alátámasztottnak, amennyiben 30 db-ra történik. A 30 ha-os táblákon épp a minimálisan ajánlott 25 db-os mintaszám szolgáltatta a leggyengébb eredményeket, itt érdemes lehet a minimális ajánlást 30 db-ra növelni. A 60 ha-os területre nincs külön ajánlás (30 ha és 99,99 ha között egységesen 25 db a minimális javaslat), itt szintén megfontolható a 30 db-ra növelés, sőt további szimulációkkal nagyobb (pl. 35-40 db) mintaszámok vizsgálatát is indokoltnak tartom. Itt érdekes visszautalni a **2.5.3. alfejezetre**, ahol kiszámítottam, hogy a különböző mintaszámokkal mekkora a táblák területére vetített mintavételezési arány. Az érték 10 m<sup>2</sup>-es mintaterekkel n = 30 mintaszám mellett a négy vizsgált táblaméret esetében is mindössze 1% (3 ha) és 0,05% (60 ha) között alakul, n = 10 esetén pedig ennél is kisebb: 0,33% (3 ha) és 0,017% (60 ha) közé esik. Ez elsőre meglepőnek tűnhet, de bizonyítja, hogy megfelelő térbeli elrendezéssel a táblák egészen kis töredékét megvizsgálva is elfogadható vadkárbecslési eredmények nyerhetők.

A pontrácsos módszer változatai kapcsán az ábrázolt adatokról általánosságban az volt leolvasható, hogy minél nagyobb volt a tábla, annál kevesebb mintanagyság-növelési lépés után múlták felül a mintateres módszer teljesítményét. Természetesen nem szabad elfelejteni, hogy a módszerek sajátosságai miatt egy-egy lépés teljesen más munkaigény-növekedést jelent, tehát az adatok úgy is értelmezhetőek, hogy a pontrácsos és dupla pontrácsos módszernél bár sokkal látványosabb volt a becslés javulása a mintanagyság növelésével, ott sokkal nagyobb munkára volt szükség a mintateres módszer eredményeinek eléréséhez és túlszárnyalásához. Ez a legkisebb táblaméretnél a 10×10-es, míg 10 ha és 30 ha mellett a 20×20-as rácssűrűséget jelentette. A legnagyobb, 60 ha-os táblaméretnél már a 80 × 80-as rácssűrűséggel is el lehetett érni a mintateres módszerhez hasonló minőségű eredményeket.

A búzában sorszakaszokkal végzett becsléseknél erősen hullámzó volt a különböző mintaszámokkal kapott becslések minősége, ami a kvadrátos becslésre sokkal kevésbé volt igaz (de a javulás ott sem volt következetes a mintaszám növelésével párhuzamosan). Mindhárom mintavételezésnél igaz, hogy az útmutató által ajánlott 25 db-os mintaszámmal kaptam a legjobb eredményeket, de elgondolkodtató, hogy a 30 db-os elemszám miért volt gyengébb. A különböző

mintaszámokkal kapott torzítások és a kár térbeli eloszlásának egyidejű szemrevételezése (**34-36. Melléklet**) felfedte, hogy ez a jelenség a sorszakaszok esetében a véletlenszerű káreloszlásnál, a kvadrátok esetében pedig egyáltalán nem volt jelen. Az is észrevehető, hogy a sorszakaszok esetében az X útvonal nem volt érintett. A jelenség – azzal a ténnyel kiegészítve, hogy a 30 db-os mintaszámmal kapott torzítások többsége pozitív volt – utalhat arra, hogy ezekben az esetekben a károsított pontok a szegélyzóna mélységének és a mintavételi egységek térbeli elrendezésének „összjátéka” miatt voltak túlreprezentáltak a mintában. Véleményem szerint ez nem jelenti azt, hogy hibás lenne a szimulációs módszer (hiszen a valóságban is lehetséges bármilyen mélységben károsított szegély, valamint a kvadrátos módszert nem is befolyásolta), de azt jól példázza, hogy a kukorica esetében alkalmazott, a táblaszegélytől távolodva színtezetten egyre kisebb mértékben károsított szegélyzóna-rendszer jobb megoldás, mint az egyetlen szegélyszáv kijelölése. A 25 db-os mintaszám egyébiránt a kukoricával analóg módon kiszámítva, 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátokkal 0,083%-os mintavételi arányt jelent, tehát a sűrű sortávú kultúráknál is elmondható, hogy a megfelelő módszer alkalmazása esetén elegendő az elfogadható becslési eredményhez, ha a tábla töredéknyi része kerül be a mintába.

A költséghatékonyság elemzésével kapcsolatban az volt a kiinduló hipotézisem, hogy a mintanagyság növelésével a becslések valós értéktől való eltérése konzisztensen csökkenni fog. Előzetes terveim szerint ezen alapulva azt szerettem volna vizsgálni, hogy a mintaszámok és a pontrács-sűrűségek emelésével lépésenként jelentkező költségnövekedés hogyan aránylik a megállapított térítendő összeg javulásához (vagyis a valós értékhez való közeledéséhez). Ezzel szemben mind a kukorica, mind a búza esetében azt tapasztaltam, hogy a mintanagyság növelése nem feltétlenül járt együtt a becslési eredmény javulásával (a pontrácsos és a dupla pontrácsos módszer közelített leginkább a várakozásomhoz), az pedig kifejezetten kevés alkalommal fordult elő, hogy egy-egy táblamodell-mintavételi módszer kombináció esetében a mintaelemszámot lépésenként növelve végig egyre jobb és jobb becslési eredmények születtek. Ezt egyrészt önmagában fontos információnak tartom, hiszen megmutatta, hogy a nagyobb mintanagyság önmagában nem feltétlenül jelent jobb becslést [tehát statisztikai értelemben valójában egyik módszer sem nevezhető konzisztensnek (REICZIGEL *et al.* 2010)], másrészt pedig a jelenség megakadályozta, hogy a költséghatékonyság szemszögéből módszerenként egyértelműen meghatározzam azt az optimális pontot, ahol már kisebb mértékben javul a becslés, mint amennyivel időigényesebbé és ez által költségesebbé válik a végrehajtás.

Az említett okok miatt döntöttem végül a módszerek különböző (statisztikai, valamint időszükséglettel és munkadíjjal kapcsolatos) szempontok szerinti, majd azok többféle összegzésével megvalósított rangsorolása mellett. A kukorica esetében megmutatkozott, hogy a



tábla méretétől és a kár térbeli eloszlásától függetlenül, szinte minden esetben a mintateres módszer különböző változatai kerültek a ranglisták elejére. Ez alátámasztja az objektív megközelítéssel dolgozó vadkárszakértők eddigi gyakorlatát, valamint az Egységes Mezőgazdasági Vadkárfelmérési Útmutónak (ANONYMUS 2021) a mintateres (0,001 ha-os kvadrátokkal dolgozó) módszer alkalmazására irányuló javaslatát is erősíti. Véleményem szerint olyan tudományos vizsgálatokban, ahol a kár táblán belüli eloszlásáról is fontos információt gyűjteni, továbbra is célszerű a pontrácsos módszert használni (a dupla változatát indokolatlannak találok), bár az a meglátásom, hogy ilyen jellegű kutatási eredményből már kellő mennyiségű áll rendelkezésre. A párhuzamos transzektek alkalmazását egyáltalán nem javaslom, mert bár a statisztikai paraméterek alapján nem mondható gyengének a többi vizsgált módszerhez képest, túl költséges. E módszer a térbeli eloszlást is kevésbé jól mutatja be a pontrácsosnál, ezért annak ellenére, hogy DEVAULT *et al.* (2007) és RETAMOSA *et al.* (2008) számára megfelelőnek bizonyult, kutatási célra sem tartom ajánlhatónak az alkalmazását. A búzát illetően a rangsorok alapján az 1 m-es sorszakaszokkal és az 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátokkal végzett mintavételezést is támogathatónak tartom, hozzátevé, hogy amennyiben nem a költségek alacsonyan tartása a fő szempont, a statisztikai paraméterek alapján a kvadrátokkal összességében jobb becslések várhatók. A rangsorokat figyelembe véve a KIRÁLY & MAROSÁN (2016) által említett 10 m-es sorszakaszok alkalmazását nem javaslom (ezt a kijelentést a vizsgálatom tartalma miatt természetesen csak kis táblaméretre vonatkozóan tudom megtenni).

Az eredményeim felhasználhatóságát illetően úgy gondolom, hogy azok – a gyakorló szakértők számára történő információszolgáltatáson túl – akár a vadkártérítési eljárás bírósági szakaszában dolgozó igazságügyi szakértők munkáját is segíthetik, akiknek adott esetben egy másik szakértő terepi munkáját kell értékelniük. Ilyen esetben megtekinthető, hogy adott táblaméret és valószínűsített térbeli káreloszlás mellett az alkalmazott módszer és mintanagyság mekkora lehetséges torzítással, ill. hibával dolgozik különböző valós kárárányok mellett. Abban az esetben, ha pl. az egyik fél a megállapított kárárányt kifogásolja, hasznos információ nyerhető arról, hogy az adott körülmények között reális lehet-e a szakértői jegyzőkönyvben foglalt kármértéket vitató fél által vélelmezett kárárány.

Az általam gyűjtött, és az értekezésemben bemutatott adatoknak olyan hasznosítását is elképzelhetőnek tartom, hogy annak példáján egy vadkárszakértő a saját munkatempóján alapuló időmérések után kiszámítja az egyes módszerek személyre szabott időszükségletét, aminek köszönhetően pontosabb árajánlatot tud adni a saját óradíjának közlésénél. Ennek olyan szempontból is lehet jelentősége, hogy saját munkámban egy órákig fenntartható, de pihenőidőket, hosszabb gondolkodást, táblán belüli tájékozódást, sorszámolást stb. nem magába foglaló

munkatempó mellett történtek az időmérések. Mindezeket figyelembe véve akár egy „árlista” is kidolgozható a különböző teljesítményű módszerekre vonatkozóan. Ennek olyan vonatkozásban is lehet létjogosultsága, hogy a korábban bemutatott kérdőíves felmérésünkben (CSÁNYI *et al.* 2016b) a tudományosan ellenőrzött módszerek alkalmazását fontosnak tartó válaszadók 14,5%-a úgy nyilatkozott, hogy tudományos módszerrel ellenőrzött módszerek alkalmazása esetén hajlandó lenne magasabb kárbecslői díjat is fizetni. Létszámban (~150 fő) közel ugyanannyian voltak, akiknek az volt a véleménye, hogy azért nem érdemes tudományosan ellenőrzött módszereket használni, mert azok túl nagy munka- és költségigényűek. Ezt értekezésemmel megcáfoltam, hiszen attól, hogy egy módszer tesztelése megtörténik, az nem válik költségesebbé, pusztán annyi változás történt, hogy immár rendelkezésre állnak adatok az „olcsóbb” eljárások teljesítményével kapcsolatban is.

Természetesen a legtöbb kutatáshoz hasonlóan az itt bemutatott vizsgálatokban is rejlenek további lehetőségek az eredmények kiegészítésére. Lehetséges további, a gyakorlatban valószínűsíthetően kevésbé gyakran előforduló térbeli káreloszlások modellezése. Létezik pl. olyan eset, hogy egy beékelődő szántót U alakban határol erdő, de ami ennél talán gyakrabban látható, hogy egy tábla két szemközti oldalán helyezkedik el erdő vagy fasor, ilyen táblaszegélyben sűrűsödő káreloszlások is beállíthatók. A vadkár térbeli eloszlásával foglalkozó, egyes korábbi vizsgálatok (UCARLI 2011; KOVÁCS *et al.* 2020a) eredményei alapján a foltos káreloszlás létrehozása is jó irány lehet, azonban ennek standardizálása számos kérdést vet fel, mivel nehéz a szubjektum kizárása a foltok kijelöléséből. Ez az oka annak, hogy a saját munkám nagyobb szabású részéből kihagytam a foltos kármintázatot, csak a terepi pilot vizsgálatban, valamint a Variable Area Transect módszer térinformatikai tesztjében szerepelt.

A tábla oldalaránya szintén változtatható lenne, akár négyzet alakú, vagy épp hosszúkásabb táblák is modellezhetők [KIRÁLY & MAROSÁN (2016) pl. kifejezetten az 1:5 oldalaránytól javasolja a mintavételi egységek egyetlen átló mentén való elhelyezését]. A hosszúkás tábláknál a szegélyzónák kijelölése – különösen kisebb táblaméret mellett – komoly kihívást jelentene.

Mivel a növénytermesztők vadkár iránti érzékenysége napjainkban is növekszik (és ez a folyamat a terményárak növekedésével valószínűleg tovább fog folytatódni), egyre inkább jellemző, hogy egészen alacsony mértékű károsítás esetén is térítési igénnyel fordulnak a vadászatra jogosult felé. Ennek tudatában a későbbiekben érdemesnek tartom 10%-nál is alacsonyabb károsítási arány (pl. 5%, vagy akár 2%, ill. 1%) mellett is tesztelni a módszereket.

További fejlesztésként a táblamodellek mérete is növelhető lenne, azonban számításba kell venni, hogy ezzel egyidejűleg a GIS szimulációkhoz használt számítógéppel szemben támasztott követelmények is nőnek. Az Egységes Mezőgazdasági Vadkárfelemelési Útmutató (ANONYMUS

2021) a sűrű és a széles sortávú kultúrák esetében is 300 ha-ig adja meg az ajánlott minimális mintaszámokat. Amennyiben az ottani ajánlások teljes vizsgálata a cél, akkor ez a legnagyobb táblaméret, amit szükséges elkészíteni. A gyakorlatban előforduló táblaméretek személyes tapasztalataim alapján ezt nem feltétlenül indokolják, 100-150 ha maximális területű táblák modellezését elegendőnek tartanám (az ennél nagyobbak ritkasága miatt nem tűnik kifizetődőnek a modellezésre fordítandó idő és az arra alkalmas számítógépbe való befektetés).

A szimulációkat, pontosabban a táblamodelleket véleményem szerint az emelhetné újabb szintre, ha a növényeket szimbolizáló pontokhoz nem csak egy mező tartozna az attribútumtáblában (ami azt az információt tárolja, hogy a növény károsított vagy sem), hanem a károsítás jellege vagy mértéke (pl. kukoricánál az ép és a károsított csövek száma) is rögzítésre kerülne. Ezt a növényenkénti termés mennyiségére vonatkozó adatokkal kiegészítve az összevont vadkár- és termésbecslés teljes munkafolyamata is modellezhető, ill. tesztelhető lenne.

## 6. Összefoglalás

A vadon élő állatok által a mezőgazdaságban okozott károk a világ számos országában, köztük Magyarországon is komoly problémákhoz vezetnek (anyagi megterhelés a vadászatra jogosultak számára, konfliktusok a földhasználókkal). A felek közti megállapodás létrejöttéhez gyakran szükség van vadkárszakértő bevonására is, aki megállapítja a térítendő kár mértékét. Ez különböző módokon történik, a leginkább elfogadott a mintavételezésen alapuló becslés. Az egyes eljárások eredményessége kevésbé vizsgált, így a választás hosszú időn keresztül a szakértők szubjektív döntésén alapult. Az Agrárminisztérium ennek megváltoztatása érdekében mindenki által megismerhető ajánlasként 2021-ben közreadott egy módszertani útmutatót, ugyanakkor az érintettek részéről a módszerek tudományos értékelésére továbbra is mutatkozik igény.

Doktori munkám célja volt, hogy kidolgozzak egy terepi munkával kiegészített térinformatikai (GIS) szimulációkon alapuló módszertant, amellyel egyes szántóföldi kultúrák vadkárbecslési módszerei vizsgálhatóak, és azt alkalmazva a szakértők számára hasznos információkat szolgáltatassak. További célom volt, hogy feltérképezzem egy pilóta nélküli légi járművel (drónnal) készített légi fotók vadkárbecslés során való alkalmazásának lehetőségeit.

A drónműveletekkel a vaddisznó túsérzésének becslési lehetőségeit értékeltem több alkalommal, kezdetben önállóan georeferált légi fotók alapján. A záró vizsgálatban egy 9,3 ha területű táblán hagyományos módszerrel (25 db, rácshálóban elhelyezett 1 m<sup>2</sup>-es kvadráttal) vadkárbecslést végeztem, majd a DroneDeploy szolgáltatással hajtottam végre automata repülést. Az ebből nyert ortofotón manuálisan jelöltem be a vaddisznótúsérzéseket. A hagyományos módszerrel két különböző számítás szerint 20% és 11% kárányat becsültem, míg a légi fotón való manuális jelölés alapján kétféle megoldással egyaránt 5,4%-os eredményt kaptam.

A GIS szimulációkat megelőző terepi pilot vizsgálatban 3 db, 1,5 ha és 3,3 ha közötti területű kukoricatáblán került beállításra szórt, foltos és táblaszegélyben sűrűsödő eloszlású, 5,8% és 9,3% közé eső arányú, jelölőfestékkel és bálamadzaggal szimulált károsítás. Teszteltem a gyakorlatban elterjedt, 0,001 ha területű kvadrátokkal dolgozó (10 és 20 db-os mintaszámmal és V, X útvonallal) mintateres, az 1 m-es sorszakaszokat használó pontrácsos (20 × 20, 10 × 10, 5 × 5 sor × m sűrűséggel) és a távolságméréseken alapuló Variable Area Transect (VAT) módszert. Mindhárom táblán utóbbi eredményezte a legnagyobb torzítást, míg a legjobb eredményeket a mintateres és pontrácsos eljárás különböző változatai adták.

A VAT módszert GIS szimulációk keretében (1 ha-os kukoricatábla-modelleken véletlenszerű, foltos, ill. 1 és 2 oldali szegélyben sűrűsödő káreloszlással, 10%, 20% és 30% kárárányal, 5 ismétléssel) is teszteltem. Eredményeim igazolták, hogy a VAT a véletlenszerűtől eltérő térbeli eloszlásra való érzékenysége miatt nem alkalmas a mezőgazdasági vadkár becslésére.

A széles sortávú kultúrák komplex GIS szimulációit kukoricatábla-modelleken végeztem 4 táblamérettel (3 ha, 10 ha, 30 ha, 60 ha), 4 térbeli káreloszlással (random, 1 hosszanti és 1 rövid oldali, ill. 2 szomszédos szegélyben sűrűsödő) és 5 károsítási aránnyal (10%, 30%, 50%, 70%, 85%). A vizsgált eljárások a mintateres (10, 15, 20, 25 és 30 db-os mintaszámmal, ill. V, W, X útvonallal), az 1 m-es sorszakaszokat használó pontrácsos, az annak módosításával kidolgozott dupla pontrácsos (mindkettő  $80 \times 80$ ,  $40 \times 40$ ,  $20 \times 20$ ,  $10 \times 10$ ,  $5 \times 5$  sor  $\times$  m sűrűséggel) és a párhuzamos transekt módszer voltak (minden becslés ötszöri ismétlésével). Kimutattam, hogy a módszerek mindegyikének eredményeit leginkább a kár térbeli eloszlása befolyásolta, de a károsítási arány és a két tényező interakciója is számos esetben hatással volt rájuk. Megállapítottam, hogy a dupla pontrácsos változat az eredetnél nem ad általánosságban jobb minőségű eredményeket, ezért a módszer ilyen irányú fejlesztése nem célszerű. Különböző statisztikai jellemzők (torzítás, relatív torzítás, standard hiba, átlagos négyzetes eltérés) és a költséghatékonyság (saját terepi mérések alapján meghatározott időszükséglet és munkadíj) figyelembe vételével megállapítottam, hogy a vizsgáltak közül a gyakorlat számára egyértelműen a mintateres eljárás ajánlott. A V, W és X mintavételi útvonalak közül bármelyik alkalmazása támogatható, a vizsgált mintaszámok közül pedig a két kisebb táblaméretnél a 10 db-os is elfogadható, míg a két nagyobbánál a 30 db-os javasolható.

A sűrű sortávú kultúrák GIS szimulációit őszi búza modelleken végeztem 3 ha táblamérettel, 3 térbeli káreloszlással (random, 1 hosszanti és 2 szomszédos szegélyben sűrűsödő) és 4 károsítási aránnyal (10%, 30%, 50%, 70%). A vizsgált mintavételi egységek 1 m és 10 m hosszúságú sorszakaszok, valamint négyzet alakú,  $1 \text{ m}^2$ -es kvadrátok (10, 15, 20, 25 és 30 db-os mintaszámmal és V, W, X útvonallal) voltak (minden becslés ötszöri ismétlésével). Adataim alapján a becslési eredményeket leginkább a kár térbeli eloszlása befolyásolta, de a károsítási arány és a két tényező interakciója is számos esetben hatással volt rájuk. Megállapítottam, hogy a V, W és X mintavételi útvonalak közül bármelyik alkalmazása támogatható, míg a vizsgált mintaszámok közül a 25 db-os javasolható. Különböző statisztikai jellemzők (torzítás, relatív torzítás, standard hiba, átlagos négyzetes eltérés) mellett a költséghatékonyságot (saját terepi mérések alapján meghatározott időszükséglet és munkadíj) is figyelembe véve a mintavételi egységek közül elsősorban az 1 m-es sorszakaszok és az  $1 \text{ m}^2$ -es kvadrátok alkalmazása ajánlható.

Értekezésem zárásaként felvettem az eredményeim gyakorlati felhasználási lehetőségeit (pl. a gyakorló szakértők számára nyújtott alapvető információszolgáltatáson túl a vadkártérítési eljárás bírósági szakaszában kirendelt igazságügyi szakértők munkájának segítése), valamint javaslatokat tettem a térinformatikai szimulációk továbbfejlesztésére (pl. nagyobb táblaméretek, további káreloszlások és -arányok modellezése, valamint a károsítás részletesebb beállításai terén).

## 7. Summary

Wildlife damage to agriculture causes serious issues (financial losses, conflicts between the game managers and the land users) in many countries, including Hungary. In order to reach an agreement between the two parties, it is often required to involve an expert, who determines the amount of the compensation payment. This can be performed with different approaches, among which the most commonly recognised one is the estimation based on sampling. The efficiency of the different methods is less examined, thus the experts have chosen among them according to their subjective decision for a long time. In order to change this practice, the Ministry of Agriculture released a methodology guide in 2021 as a publicly available recommendation, but the scientific testing of the sampling methods is still demanded by the stakeholders.

In my PhD research, I aimed to develop the methodology (based on GIS simulations, supported with fieldwork) of testing the game damage estimation methods applicable in certain crops, then to provide the experts with useful information based on my results. My other goal was to analyse the possibilities of using aerial imagery taken with a simple unmanned air vehicle (drone) as a tool of the game damage estimation.

During the drone operations, I assessed the possibilities regarding the estimation of rooting damage by Wild boar. In the beginning, I worked with individually georeferenced aerial photos. In the final step, I estimated the damage rate in an arable field with the area of 9.3 ha with a traditional method (25 quadrats with the area of 1 m<sup>2</sup> arranged in a grid), then I performed an automated drone flight with the aid of the DroneDeploy service. I marked the rooted patches on the obtained ortophoto. According to the traditional field sampling, I estimated 20% and 11% damage rates with two different calculations, while two different manual processing methods of the ortophotos equally resulted in a 5.4% damage estimation.

Prior to the GIS simulations, a pilot field study was performed involving 3 maize fields (with areas between 1.5 ha and 3.3 ha) with simulated damage (tree marker paint and plastic strings were used). Three spatial damage distributions (dispersed, aggregated in patches and in a field edge) were set with damage rates between 5.8% and 9.3%. The tested methods included a commonly used quadrat sampling (0.001 ha rectangles, n = 10 and 20, V and X patterns), the Grid Arrangement Method (GAM - 1 m long row sections with 20 × 20, 10 × 10, 5 × 5 row × m density) and the Variable Area Transect (VAT) method that is based on distance measurements. The latter provided the most biased estimation in each field, while the best results were obtained with different configurations of the quadrat and the GAM samplings.

The VAT method was also tested through GIS simulations in 1 ha maize field models with 4 spatial damage distributions (random, aggregated in patches, in 1 field edge and in 2 adjacent

edges) and 3 true damage rates (10%, 20% and 30%). My results proved that the VAT is not suitable for game damage estimation due to its sensitivity to the spatial distribution of the damage.

The complex GIS simulations were conducted in maize field models with 4 field sizes (3 ha, 10 ha, 30 ha, 60 ha), 4 damage distributions (random, aggregated in 1 long, in 1 short field edge, and in 2 adjacent edges) and 5 true damage rates (10%, 30%, 50%, 70%, 85%). The examined methods were the above mentioned quadrat sampling ( $n = 10, 15, 20, 25, 30$  and V, W, X patterns), the GAM and its modified Double Grid Arrangement Method (DGAM) version (both with  $80 \times 80, 40 \times 40, 20 \times 20, 10 \times 10, 5 \times 5$  row  $\times$  m density) and a parallel transect method (each with 5 repetitions). I found that the results of each method were mostly affected by the spatial distribution of the damage, but the damage rate and the interaction of these factors also had an effect on the estimations. The DGAM did not provide more accurate estimations than the GAM version in general, therefore modifying the method such a way is not appropriate. Based on different statistical parameters (bias, relative bias, standard error, mean squared error) and the cost-efficiency (time-consumption according to field measurements, expert fee), I found that the quadrat sampling is the one that can be recommended for practical use. The application of each quadrat arrangement (V, W, X) is equally correct. The  $n = 10$  sample size is acceptable for the two smaller field sizes, while  $n = 30$  is recommended in the case of the two larger field sizes.

Game damage estimation methods for cereals were also assessed through GIS simulations. I created winter wheat field models with an area of 3 ha, with 3 damage distributions (random, aggregated in 1 field edge and in 2 adjacent edges) and 4 damage rates (10%, 30%, 50%, 70%). The sampling units were 1 m and 10 m long row sections and square shaped,  $1 \text{ m}^2$  quadrats ( $n = 10, 15, 20, 25, 30$  and V, W, X patterns). Five repetitions were performed in the case of each estimation. According to my analyses, the results of each sampling unit were mostly affected by the spatial distribution of the damage, but the damage rate and the interaction of these factors also had an effect on the estimations. I found that the application of each sampling unit arrangement (V, W, X) is equally correct. The recommended sample size is  $n = 25$ . Based on different statistical parameters (bias, relative bias, standard error, mean squared error) and the cost-efficiency (time-consumption according to field measurements, expert fee), I found that primarily the 1 m long row sections and the  $1 \text{ m}^2$  quadrats can be recommended for practical use.

At the end of my thesis, I described the possible practical uses of my results (e.g. information source for the game damage estimation experts, aid for forensic experts who retrospectively assess the appropriateness of the fieldwork during the court phase of a compensation procedure), then my recommendations regarding the improvement of the GIS simulations (e.g., larger field sizes, further damage distributions, more detailed damage settings).

## 8. Mellékletek

### *M1. Irodalomjegyzék*

- ADAMIC, M. & JERINA, K. (2010): Ungulates and their management in Slovenia. p. 507-526. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ALELIGN, A. & YONAS, M. (2017): Community perceptions of grivet monkey crop depredation in the Ethiopian Highlands: implications for primate conservation. *Human-Wildlife Interactions* 11(2): 175-181.
- AM SAJTÓIRODA (2021): Megjelentek az egységes vadkárfelemelési útmutatók. (<https://kormany.hu/hirek/megjelentek-az-egyseges-vadkarfelmeresi-utmutatok>) (letöltve: 2021. 01. 05.)
- ANDERSEN, R. & HOLTHE, V. (2010): Ungulates and their management in Denmark. p. 71-85. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ANDERSEN, R., LUND, E., SOLBERG, E. & SÆTHER, B.-E. (2010): Ungulates and their management in Norway. p. 14-36. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ANDERSONE-LILLEY, Z., BALCIAUSKAS, L., OZOLINS, J., RANDVEER, T. & TÖNISSON, J. (2010): Ungulates and their management in the Baltics (Estonia, Latvia and Lithuania). p. 103-128. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ANONYMUS (2019): Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2019-2022. 103 pp. (<https://digitalisjoletprogram.hu/files/24/2e/242e263bd2b441f6f30cf400e06e1e4a.pdf>) (letöltve: 2021. 06. 01.)
- ANONYMUS (2021): Egységes mezőgazdasági vadkárfelemelési útmutató. *Földművelésügyi Értesítő* 71(1): 2-77.
- ANTAL, J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Harmadik kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 391 pp.
- APOLLONIO, M., CIUTI, S., PEDROTTI, L. & BANTI, P. (2010): Ungulates and their management in Italy. p. 475-506. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- AUSTIN, D.D. & URNESS, P.J. (1995): Wild ungulate depredation on winter wheat: effect on grain yield. p. 51-55. In: MASTERS, R.E., HUGGINS, J.G. (szerk.): *12th Great Plains Wildlife Damage Control Workshop Proceedings*. Noble Foundation, Ardmore, Oklahoma.



- BÁCSATYAI, L. & MÁRKUS, I. (2001): Fotogrammetria és távérzékelés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron, 189 pp.
- BALÁZS, I. (2011): Ki becsülhet vadkárt? Magyar Vadászlap 20(7): 428.
- BARRIO, I.C., BUENO, C.G. & TORTOSA, F.S. (2010): Alternative food and rabbit damage in vineyards of southern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138: 51-54.
- BARTOS, L., KOTRBA, R. & PINTIR, J. (2010): Ungulates and their management in the Czech Republic. p. 243-261. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BELANT, J.L., SEAMANS, T.W. & DWYER, C.P. (1996): Evaluation of propane exploders as white-tailed deer deterrents. *Crop Protection* 15(6): 575-578.
- BENCZE, L. (1983): A vadkár megítélése egykor és most. *Nimród Fórum* 21-23.
- BERDÁR, B. & MÁTRAI, G. (1978): Az 1977. év vadgazdálkodása. *Nimród Fórum* 1-3.
- BESSER, J.F., DE GRAZIO, J.W. & LARSEN, K.H. (1970): The dickcissel – a problem in ripening grains in Latin America. *Bird Control Seminars Proceedings* 5: 141–143.
- BIRÓ, ZS., BLEIER, N., HELTAI, M. & LANSZKI, J. (2010): A borz táplálékválasztása mezőgazdasági élőhelyen. p. 177-185. In: CSÁNYI S., HELTAI, M. (szerk.): *Vadbiológiai olvasókönyv*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- BIRÓ, ZS., KATONA, K., BLEIER, N., LEHOCZKI, R., ÚJVÁRY, D. & SZILÁGYI, Z. (2012): A kőrösladányi vadaskert vaddisznó állományának hatása a védett növényekre. *Természetvédelmi Közlemények* 18: 67-76.
- BLEIER, N. (2014): A mezőgazdasági vadkár ökológiai és ökonómiai összefüggései. Doktori (PhD) értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő, 124 pp.
- BLEIER, N. & SZEMETHY, L. (2003): A mezőgazdasági vadkár összefüggésrendszerének vizsgálata. *Vadbiológia* 10: 36-41.
- BLEIER, N., HÁMORI, 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., 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., KOVÁCS, I. & CSÁNYI, S. (2017a): Gazdálkodók a vadkarról (I.). *Magyar Mezőgazdaság* 72(30): 24-25.
- BLEIER, N., KOVÁCS, I., SCHALLY, G., SZEMETHY, L. & CSÁNYI, S. (2017b): Spatial and temporal characteristics of the damage caused by wild ungulates in maize (*Zea mays* L.) crops. *International Journal of Pest Management* 63(1): 92-100.

- BLEIER, N., KOVÁCS, I., TIMMEL, E., MEDVE, I. & CSÁNYI, S. (2017c): Gazdálkodók a vadkáról (III.). Magyar Mezőgazdaság 72(32): 32-34.
- BLEIER, N., BUJDOSÓ, G., CSÁNYI, S., HELTAI, M., JÁNOSKA, F., PÉTERVÁRI, G. G., PRENCOK, J., SOMOGYVÁRI, V., SZENDREI, L. & VARGA, Z. (2018): Egységes mezőgazdasági vadkár-felmérési útmutató. 110 pp.
- BOBEK, B., FURTEK, J., BOBEK, J., MERTA, D. & WOJCIUCH-PLOSKONKA, M. (2017): Spatio-temporal characteristics of crop damage caused by wild boar in north-eastern Poland. Crop Protection 93: 106-112.
- BROWNING, R. C., BAKER, E. A., HERRON, J. A. & KRAM, R. (2006): Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. Journal of Applied Physiology 100: 390-398.
- 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, 176 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.
- CALENGE, C., MAILLARD, D., FOURNIER, P. & FOUQUE, C. (2004): Efficiency of spreading maize in the garrigues to reduce wild boar (*Sus scrofa*) damage to Mediterranean vineyards. European Journal of Wildlife Research 50: 112-120.
- CASAER, J. & LICOPPE, A. (2010): Ungulates and their management in Belgium. p. 184-200. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge University Press, Cambridge.
- CONOVER, M. (1998): Perceptions of American agricultural producers about wildlife on their farms and ranches. Wildlife Society Bulletin 26: 597-604.
- CONOVER, M. (2002): Resolving human - wildlife conflicts. Lewis Publishers, Boca Raton, 406 pp.
- CONTI, L., BARTOLOZZI, S., IACOBELLI, S., RACANELLI, V. & SORBETTI GUERRI, F. (2018): Alarm guard systems for the prevention of damage produced by ungulates in a chestnut grove of Middle Italy. Agronomy Research 16(3): 679-687.
- CORGATELLI, G., MATTIELLO, S., COLOMBINI, S. & CROVETTO, G.M. (2019): Impact of red deer (*Cervus elaphus*) on forage crops in a protected area. Agricultural Systems 169: 41-48.
- COTTAM, G. (1947): A point method for making rapid surveys of woodlands. Bulletin of the Ecological Society of America 28(4): 60.

- COTTAM, G. & CURTIS, J.T. (1956): The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37(3): 451-460.
- CSÁNYI, S. (2007): *Vadbiológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 135 pp.
- CSÁNYI, S. (szerk.) (2018): *Vadgazdálkodási Adattár 2017/2018. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 52 pp.
- CSÁNYI, S. (szerk.) (2019): *Vadgazdálkodási Adattár 2018/2019. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 66 pp.
- CSÁNYI, S. (szerk.) (2020): *Vadgazdálkodási Adattár 2019/2020. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 66 pp.
- CSÁNYI, S. (szerk.) (2021): *Vadgazdálkodási Adattár 2020/2021. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 70 pp.
- CSÁNYI, S., LEHOCZKI, R. & SONKOLY, K. (szerk.) (2012a): *Vadgazdálkodási Adattár 2010/2011. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 52 pp.
- CSÁNYI, S., SONKOLY, K. & LEHOCZKI, R. (szerk.) (2012b): *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., CARRANZA, J., POKORNY, B., PUTMAN, R. & RYAN, M. (2014a): Valuing ungulates in Europe. p. 13-45. In: PUTMAN, R. & APOLLONIO, M. (szerk.) *Behaviour and management of European ungulates*. Whittles Publishing, Dunbeath, Caithness, Scotland
- CSÁNYI, S., TÓTH, K., KOVÁCS, I. & SCHALLY, G. (szerk.) (2014b): *Vadgazdálkodási Adattár 2013/2014. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 48 pp.
- CSÁNYI, S., KOVÁCS, I., CSÓKÁS, A., PUTZ, K. & SCHALLY, G. (szerk.) (2015): *Vadgazdálkodási Adattár 2014/2015. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 36 pp.
- CSÁNYI, S., BLEIER, N., KOVÁCS, I. & SCHALLY, G. (2016a): A mezőgazdasági vadkár a gazdák szemszögéből. *NAKlap* 4(9): 18-19.
- CSÁNYI, S., BLEIER, N., KOVÁCS, I. & SCHALLY, G. (2016b): A mezőgazdasági vadkár témakörében végzett kérdőíves felmérés értékelése. Jelentés. Megbízó: Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK). SZIE Vadvilág Megőrzési Intézet, Gödöllő, 114 pp.
- CSÁNYI, S., KOVÁCS, I., CSÓKÁS, A., PUTZ, K. & SCHALLY, G. (szerk.) (2016c): *Vadgazdálkodási Adattár 2015/2016. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 48 pp.
- CSÁNYI, S., MÁRTON, M., KOVÁCS, V., KOVÁCS, I., PUTZ, K. & SCHALLY, G. (szerk.) (2017): *Vadgazdálkodási Adattár 2016/2017. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár*, Gödöllő, 52 pp.

- CSÓRE, P. (1977): Vadászati jogszabályok. MÉM Vadászati és Vadgazdálkodási Főosztály, Erdészeti és faipari tervező és szervező iroda, Budapest, 141 pp.
- CSÓRE, P. (1994): A magyar vadászat története. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 310 pp.
- DAIM, A., HAUKE, L. & KEULING, O. (2013): Field mapping of economic damages in agricultural crops caused by wild boar (*Sus scrofa*) with kite aerial photography (KAP) and GIS support. *Mammalian Biology* 78S: 8.
- DALE, M.R.T. & FORTIN, M.-J. (2014): *Spatial analysis: a guide for ecologists*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 450 pp.
- 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. *The Journal of Wildlife Management* 33(4): 988.
- DEVULT, 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.
- DORMANN, C.F., MCPHERSON, J.M., ARAÚJO, M.B., BIVAND, R., BOLLIGER, J., CARL, G., DAVIES, R.G., HIRZEL, A., JETZ, W., DANIEL KISSLING, D.W., KÜHN, I., OHLEMÜLLER, R., PERES-NETO, P.R., REINEKING, B., SCHRÖDER, B., SCHURR, F.M. & WILSON, R. (2007): Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography* 30: 609-628.
- ENGEMAN, R.M., SUGIHARA, R.T., PANK, L.F. & DUSENBERRY, W.E. (1994): A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology* 75(6): 1769-1779.
- ENGEMAN, R.M. & SUGIHARA, R.T. (1998): Optimization of variable area transect sampling using Monte Carlo simulation. *Ecology* 79(4): 1425-1434.
- 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. & 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., NIELSON, R.M. & SUGIHARA, R.T. (2005): Evaluation of optimized variable area transect sampling using totally enumerated field data sets. *Environmetrics* 16: 767-772.

- ENGEMAN, R., CATTARUZZA, R., CATTARUZZA, M. & FISCHER, J. (2016): Photographic estimation of wild boar damage to alpine grazing pastures in the Carpathian Mountains of central Romania. *Environmental Science and Pollution Research* 23(5): 4949-4952.
- FARAGÓ, S. (1994): Habitat use, daily activity and feeding of the geese of Lake Fertő. *Aquila* 101: 65-88.
- FARAGÓ, S. (2015): Vadászati állattan. 4. kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 542 pp.
- FINDO, S. & SKUBAN, M. (2010): Ungulates and their management in Slovakia. p. 262-290. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- FISCHER, J.W., GREINER, K., LUTMAN, M.W., WEBBER, B.L. & VERCAUTEREN, K.C. (2019): Use of unmanned aircraft systems (UAS) and multispectral imagery for quantifying agricultural areas damaged by wild pigs. *Crop Protection* 125: 104865.
- FLEGLER, E.J., PRINCE, H.H. & JOHNSON, W.C. (1987): Effects of grazing by Canada geese on winter wheat yield. *Wildlife Society Bulletin* 15(3): 402-405.
- FLORES-ARMILLAS, V.H., LÓPEZ-MEPELLÍN, X., GARCÍA BARRIOS, R., MACGREGOR-FORS, I. & VALENZUELA-GALVÁN, D. (2020): Landscape features associated with damage to maize (*Zea mays*) fields in central México: A comparison of wind and wildlife damage. *Agriculture* 10(10): 460.
- FÖLDES, J. (1894): Második József császár vadászati rendszabálya. *Erdészeti Lapok* 33(7): 624-641.
- GARRIGA, R.M., MARCO, I., CASAS-DÍAZ, E., AMARASEKARAN, B. & HUMLE, T. (2018): Perceptions of challenges to subsistence agriculture, and crop foraging by wildlife and chimpanzees *Pan troglodytes verus* in unprotected areas in Sierra Leone. *Oryx* 52(4): 761-774.
- GEISSER, H. & REYER, H.-U. (2004): Efficacy of hunting, feeding, and fencing to reduce crop damage by wild boars. *Journal of Wildlife Management* 68(4): 939-946.
- GOLUB, A. (1936): Vadászati jog különös tekintettel a mezőgazdasági kártérítésre. Doktori értesítés kivonata. Magyar Királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mezőgazdasági Fakultásának Közigazgatási Intézete, Budapest, 20 pp.
- GONDA, B. (1970): A mezőgazdasági szakigazgatás története, 1945-1949. *Agrártörténeti Szemle* 12(1-2): 62-108.
- GYENEI, F., SZEMETHY, L., GALLÓ, J. & BLEIER, N. (2013): Szimulált vadragás hatása különböző napraforgó hibridek termésereedményére. *Vadbiológia* 15: 32-44.
- GYÜRE, P. (2006): A vadlúdfajok állománya, élőhely- és területhasználata a Hortobágyon. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem, Természetvédelmi állattani és vadgazdálkodási tanszék, Debrecen, 103 pp.

- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- HEGYES, P.I. (2014): A vadászatra jogosult felelőssége a vadászható vad károkozásáért, különös tekintettel a vadkárért való felelősségre. Doktori értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 184 pp.
- HERBEK, J. & MURDOCK, L. (2009): Planting and drill calibration. p. 20-24. In: A comprehensive guide to wheat management in Kentucky. University of Kentucky, Cooperation Extension Service, Kentucky, USA.
- 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.
- HILDRETH, A.M., HYGNSTROM, S.E., BLANKENSHIP, E.E. & VERCAUTEREN, K.C. (2012): Use of partially fenced fields to reduce deer damage to corn. *Wildlife Society Bulletin* 36(1): 199-203.
- HILL, C.M. (1998): Conflicting attitudes towards elephants around the Budongo Forest Reserve, Uganda. *Environmental Conservation* 25(3): 244-250.
- 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: 530-541.
- HORVÁTH, F., MOLNÁR, Zs., BÖLÖNI, J., PATAKI, Zs., POLGÁR, L., RÉVÉSZ, A., OLÁH, K., KRASSER, D. & ILLYÉS, E. (2008): Fact sheet of the MÉTA database 1.2. *Acta Botanica Hungarica* 50(S1): 11-34.
- HUDEC, K. (1973): Die Nahrung der Graugans, *Anser anser*, in Südmähren. *Zoologické Listy* 22(1): 41-58.
- HYGNSTROM, S.E. & CRAVEN, S.R. (1988): Electric fences and commercial repellents for reducing deer damage in cornfields. *Wildlife Society Bulletin* 16(3): 291-296.
- IMESCH-BEBIÉ, N., GANDER, H. & SCHNIDRIG-PETRIG, R. (2010): Ungulates and their management in Switzerland. p. 357-391. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- JOHNSON, H.E., FISCHER, J.W., HAMMOND, M., DORSEY, P.D., WALTER, W.D., ANDERSON, C. & VERCAUTEREN, K.C. (2014): Evaluation of techniques to reduce deer and Elk damage to agricultural crops: Evaluating techniques to reduce Cervid damage. *Wildlife Society Bulletin* 38(2): 358-365.
- KAGWA, S. K. (2011): Spatial distribution of human elephant conflict (HEC) and characterization of crop-raiding elephants in Kasigau Region, Kenya. Masters thesis. Western Kentucky University, Bowling Green, Kentucky, 139 pp.

- KAMLER, J., HOMOLKA, M., CERKAL, R., HEROLDOVÁ, M., KROJEROVÁ-PROKEŠOVÁ, J., BARANČEKOVÁ, M., DVOŘÁK, J. & VEJRAŽKA, K. (2009): Evaluation of potential deer browsing impact on sunflower (*Helianthus annuus*). *European Journal of Wildlife Research* 55(6): 583-588.
- KARANTH, K.K., GOPALASWAMY, A.M., DEFRIES, R. & BALLAL, N. (2012): Assessing patterns of human-wildlife conflicts and compensation around a Central Indian protected area. *PLoS ONE* 7(12): e50433.
- KARANTH, K.K., GUPTA, S. & VANAMAMALAI, A. (2018): Compensation payments, procedures and policies towards human-wildlife conflict management: Insights from India. *Biological Conservation* 227: 383-389.
- KIRÁLY, I. & MAROSÁN, M. (2016): Szántóföldi növények vadkár- és termésbecslése. 93 pp.
- KLÁTYIK, J. (2003): Nemzeti kincsünk a vad... Vadkárrok, vadászati és vadban okozott károk. Inga-V GSZI Kiadó, Pécs, 255 pp.
- KNIGHT, J. (2017): Wildlife tourism as crop protection? Double-goal provisioning and the transvaluation of the Macaque in postwar Japan. *Human–Wildlife Interactions* 11(217-230): 14.
- KOLLER, M. (1971): A szarvasvadászat problémáiról. *Nimród* 9-11.
- KOLOSVÁRY, B. (1923): Vadászati jog. Tanulmány a jogtörténet, magánjogi dogmatika és a tételes magánjog köréből. Studium Kiadó, Budapest, 364 pp.
- KOPLÁNYI, D. (2012): A kukorica egyes vadkárbecslési módszereinek összehasonlító értékelése. Diplomadolgozat. Szent István Egyetem, Vadvilág Megőrzési Intézet, Gödöllő, 38 pp.
- KOSARAS, Z. (1986): A dolmányos varjú (*Corvus cornix*) és a szarka (*Pica pica*) gazdasági jelentősége és állományapasztásának lehetőségei. Diplomadolgozat. Erdészeti és Faipari Egyetem, Vadgazdálkodási Tanszék, Sopron, 51 pp.
- KOVÁCS I., ILLÉS B. & BLEIER N. (2020a): Gímszarvas (*Cervus elaphus*) és vaddisznó (*Sus scrofa*) által okozott kár táblán belüli eloszlásának vizsgálata kukoricában (*Zea mays*). *Vadbiológia* 20: 15-22.
- KOVÁCS, I., TÓTH, B., SCHALLY, G., CSÁNYI, S. & BLEIER, N. (2020b): The assessment of wildlife damage estimation methods in maize with simulation in GIS environment. *Crop Protection* 127: 104971.
- KOVÁTS, A. & RAGASITS, I. (1981): Búza. p. 95-125. In: KOVÁTS, A. (szerk.): *Növénytermesztési praktikum*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021a): A fontosabb szántóföldi növények betakarított területe, összes termése és termésátlaga (1990–). ([http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_omn007a.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn007a.html)) (letöltve: 2022. 01. 03.)
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021b): A fontosabb szántóföldi növények termesztése és felhasználása. ([https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0022.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0022.html)) (letöltve: 2022. 01. 03.)

- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021c): Földhasználat művelési ágak és gazdaságcsoportok szerinti (1990-) ([http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_omf001a.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omf001a.html)) (letöltve: 2022. 01. 03.)
- KUSAK, J. & KRAPINEC, K. (2010): Ungulates and their management in Croatia. p. 527-539. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LEE, C., HERBEK, J., VAN SANFORD, D. & BRUENING, W. (2009): Cultural practices. p. 13-19. In: *A comprehensive guide to wheat management in Kentucky*. University of Kentucky, Cooperation Extension Service, Kentucky, USA.
- LIBERG, O., BERGSTRÖM, R., KINDBERG, J. & VON ESSEN, H. (2010): Ungulates and their management in Sweden. p. 37-70. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LINKIE, M., DINATA, Y., NOFRIANTO, A. & LEADER-WILLIAMS, N. (2007): Patterns and perceptions of wildlife crop raiding in and around Kerinci Seblat National Park, Sumatra. *Animal Conservation* 10: 127-135.
- LINZ, G.M. & HANZEL, J.J. (1997): Birds and sunflower. p. 381-394. In: Schneiter, A.A. (szerk.): *Sunflower Technology and Production, Agronomy Monograph no. 35*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- MAGYAR NEMZETI BANK. (2021): Fő makrogazdasági adatok. Összefoglaló adatok. (<https://www.mnb.hu/statisztika/statisztikai-adatok-informaciok/adatok-idosorok/i-fo-makrogazdasagi-adatok>) (letöltve: 2022. 01. 03.)
- MAILLARD, D., GAILLARD, J.-M. & HEWISON, M. (2010): Ungulates and their management in France. p. 441-474. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MÁTRAI, G. & JÁRÁSI, J. (1986): Az 1985. év vadgazdálkodása és az 1986. év feladatai. *Nimród Fórum* 1-7.
- MELCHORS, M.A. & LESLIE, C.A. (1985): Effectiveness of predator fecal odors as Black-tailed deer repellents. *The Journal of Wildlife Management* 49(2): 358-362.
- MICHEZ, A., MORELLE, K., LEHAIRE, F., WIDAR, J. & LEJEUNE, P. (2014): I know what you did last summer: High resolution mapping of wild boar damages with drones. 10th International Symposium on wild boar and other suids. Poster session. Velenje, Slovenia.
- MORISITA, M. (1957): A new method for the estimation of density by the spacing method applicable to non-randomly distributed populations. *Physiology and ecology* 7: 134-144.



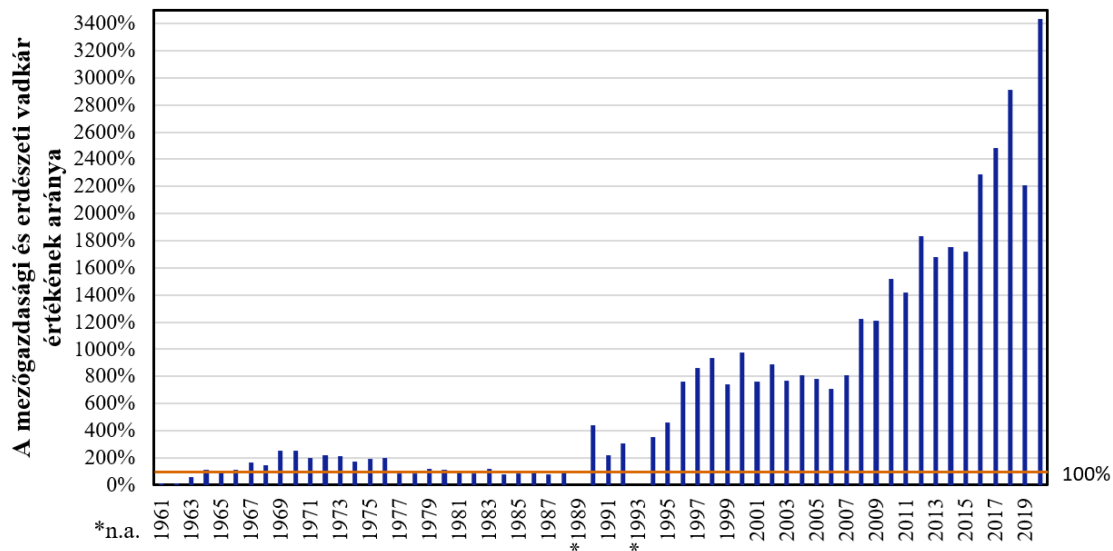
- NATH, C.D., PÉLISSIER, R. & GARCIA, C. (2010): Comparative efficiency and accuracy of variable area transects versus square plots for sampling tree diversity and density. *Agroforestry Systems* 79: 223-236.
- NAUGHTON-TREVES, L. (1998): Predicting patterns of crop damage by wildlife around Kibale National Park, Uganda. *Conservation Biology* 12(1): 156-168.
- NEMZETI ÉLELMISZERLÁNC-BIZTONSÁGI HIVATAL (2020): Nemzeti fajtajegyzék. Szántóföldi növények. 54 pp.
- NOVOSEL, H., PIRIA, M., SAFNER, R., KUTNJAK, H. & ŠPREM, N. (2012): The game damages on agricultural crops in Croatia. *Journal of Central European Agriculture* 13(4): 631-642.
- NYHUS, P., FISCHER, H., MADDEN, F. & OSOFSKY, S. (2003): Taking the bite out of wildlife damage. The challenges of wildlife compensation schemes. *Conservation in Practice* 4(2): 37-43.
- OGUNJOBI, J.A., HALIDU, S.K., ODEBIYI, B.R. & FXENTIRIMAM, I.J. (2018): Crop raiding pattern of the African elephant (*Loxodonta africana*) in farms around Kamuku National Park, Nigeria. *African Journal of Agriculture Technology and Environment* 7(2): 174-187.
- ONTARIO FEDERATION OF ANGLERS AND HUNTERS (2020): Ontario wildlife crop damage and livestock predation assessment manual. Ontario, USA, 27 pp.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2021): Vadgazdálkodási statisztikai adatok (<http://www.ova.info.hu/vgstat.html>) (letöltve: 2022. 01. 03.)
- PARKER, K.R. (1979): Density estimation by variable area transect. *Journal of Wildlife Management* 43(2): 484-492.
- PAUDEL, G. & SHRESTHA, T.K. (2018): Crop depredation by monkey outside protected area in Nepal. Costs, conditions and perceptions. *Indian Forester* 144(10): 929-935.
- PEER, B.D., HOMAN, H.J., LINZ, G.M. & BLEIER, W.J. (2003): Impact of Blackbird damage to sunflower: bioenergetic and economic models. *Ecological Applications* 13(1): 248-256.
- PINTÉR, I. (1991): A vadállomány helyzete, a vadgazdálkodás 1990. évi eredményei. *Nimród* 1–32.
- 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.J. (1986): Foraging by Roe deer in agricultural areas and impact on arable crops. *The Journal of Applied Ecology* 23: 91-99.

- PUTMAN, R.J. (2010): Ungulates and their management in Great Britain and Ireland. p. 129-164. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- RADICS, L. (szerk.) (2003): Szántóföldi növénytermesztés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 259 pp.
- RAO, K.S., MAIKHURI, R.K., NAUTIYAL, S. & SAXENA, K.G. (2002): Crop damage and livestock depredation by wildlife: a case study from Nanda Devi Biosphere Reserve, India. *Journal of Environmental Management* 66(3): 317-327.
- REICZIGEL, J., HARNOS, A. & SOLYMOSI, N. (2010): Biostatisztika nem statisztikusoknak. Pars Kft., Nagykovácsi, 462 pp.
- REIDINGER, R.F. & MILLER, J.E. (2013): Wildlife damage management. Prevention, problem solving & conflict resolution. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 256 pp.
- REIMOSER, F. & REIMOSER, S. (2010): Ungulates and their management in Austria. p. 338-356. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- REIMOSER, F. & PUTMAN, R. (2011): Impacts of wild ungulates on vegetation: costs and benefits. p. 144-191. In: PUTMAN, R., APOLLONIO, M., ANDERSEN, R. (szerk.): *Ungulate management in Europe: problems and practices*. Cambridge University Press, Cambridge.
- RÉKÁSI, J. (1980): Adatok a balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) táplálkozásbiológiájához. *Állattani Közlemények* 67: 99-108.
- RÉKÁSI, J. & STERBETZ, I. (1991): Ungarische und rumänische Angaben zur Ernährung wilder Tauben- und Turteltauben-Arten. *Miscellanea Zoologica Hungarica* 6: 67-75.
- RETAMOSA, M.I., HUMBERG, L.A., BEASLEY, J.C. & RHODES JR, O.E. (2008): Modeling wildlife damage to crops in northern Indiana. *Human–Wildlife Conflicts* 2(2): 225-239.
- REUTER, H.I. & EDEN, M. (2008): Agriculture field shape parameters on NUTS-3 level for wind erosion research estimated based on the Image2000 archive. (<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/agriculture-field-parameters>) (letöltve: 2020. 06. 22.)
- RIGG, R. & ADAMEC, M. (2007): Status, ecology and management of the brown bear (*Ursus arctos*) in Slovakia. Slovak Wildlife Society, Liptovský Hrádok, 128 pp.
- ROSS, J., HUITINK, G. & TACKER, P. (2010): Cultural practices. p. 7-11. In: Espinoza, L., Ross, J. (szerk.): *Corn production handbook*. University of Arkansas, Cooperation Extension Service, Little Rock, Arkansas, USA.
- RUNG, Á., MIHALIK, B., BEKE, J. & HELTAI, M. (2015): A dolmányos varjú tavaszi és kora nyári táplálkozásának vizsgálata különböző élőhely-együttesekben. *Vadbiológia* 17: 68-77.

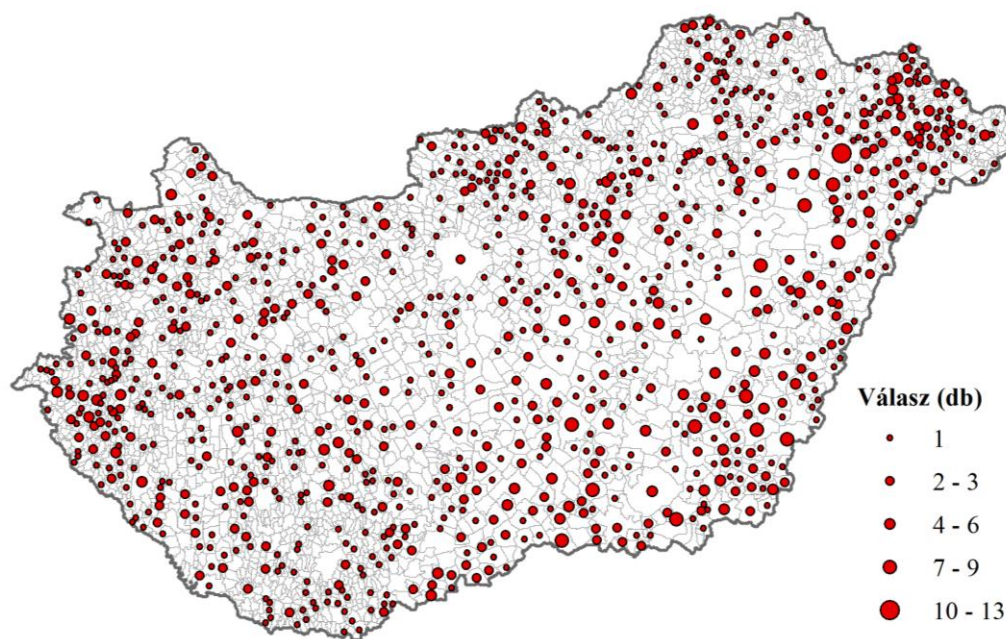
- RUTTEN, A., CASAER, J., VOGELS, M.F.A., ADDINK, E.A., BORRE, J.V., LEIRS, H. (2018): Assessing agricultural damage by wild boar using drones. *Wildlife Society Bulletin* 42: 568-576.
- RUUSILA, V. & KOJOLA, I. (2010): Ungulates and their management in Finland. p. 86-102. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SAMIAPPAN, S., CZARNECKI, J.M.P., FOSTER, H., STRICKLAND, B.K., TEGT, J.L., MOORHEAD, R.J. (2018): Quantifying damage from wild pigs with small unmanned aerial systems. *Wildlife Society Bulletin* 42: 304-309.
- SANTILLI, F., MORI, L. & GALARDI, L. (2004): Evaluation of three repellents for the prevention of damage to olive seedlings by deer. *European Journal of Wildlife Research* 50: 85-89.
- SCHLAGETER, A. & HAAG-WACKERNAGEL, D. (2012): Evaluation of an odor repellent for protecting crops from wild boar damage. *Journal of Pest Science* 85: 209-215.
- SCHÖN, T. (2013): The cost of having wild boar: Damage to agriculture in South-Southeast Sweden. Master degree thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Wildlife, Umeå, 40 pp.
- SIMON, B. (1974): A termésbecslés módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 380 pp.
- SINGLETON, G.R., HINDS, L.A., LEIRS, H. & ZHANG, Z. (szerk.) (1999): Ecologically-based management of rodent pests. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 194 pp.
- SKOTÁK, V., KAMLER, J. & KLEIN, V. (2021): Estimation of wild herbivore damage to field crops in the Czech Republic in 2019. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 69(4): 467-472.
- SKOTÁK, V., KAMLER, J. & CERKAL, R. (2022): Herbivore damage to sunflowers (*Helianthus annuus* L.) in the Czech Republic. *European Journal of Wildlife Research* 68: 42.
- SPRINGER, M.T., BOWMAN, J.L. & VASILAS, B.L. (2013): The effect of white-tailed deer browsing on wheat quality and yields in Delaware. *Wildlife Society Bulletin* 37(1): 155-161.
- 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.
- TÓTH, S. (2005): A hírnév kötelez. Vadászat és vadgazdálkodás Magyarországon. 1945-1990. 2. kiadás. Nimród Vadászújság, Budapest, 359 pp.
- UCARLI, Y. (2011): Effects of wild boar (*Sus scrofa*) on farming activities: A case study of Turkey. *African Journal of Biotechnology* 10(44): 8823-8828.

- VAN WIEREN, S.M. & GROOT BRUINDERINK, G.W.T.A. (2010): Ungulates and their management in the Netherlands. p. 165-183. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- VARGA, V. (2010): Kukoricában keletkező vadkárok becslési módszereinek összehasonlító értékelése. Diplomadolgozat. Szent István Egyetem, Gödöllő, 40 pp.
- VARGA, Z. & KÁSA, R. (2011): Vadkár. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 184 pp.
- VERŐNÉ WOJTASZEK M. (2010): Fotointerpretáció és távérzékelés 1. Nyugat-magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar, Sopron, 13 pp.
- VIDICZKY, J. (szerk.) (1930): A vadászati jog lexikona. Szerzői kiadás, Budapest, 724 pp.
- VÖLGYI, L. (2002): Mezőgazdasági vadkárbecslés és kárérték számítás. p. 79-116. In: KÓHALMY T., MÉSZÁROS K., VÖLGYI L.: A vad által és a vadban okozott károk, valamint a vadászati kár. Egyetemi jegyzet. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- WALTERNÉ, I.V. (1990): A vadkár. Venatus Kft., 57 pp.
- WAWRZYNIAK, P., JĘDRZEJEWSKI, W., JĘDRZEJEWSKA, B. & BORO, T. (2010): Ungulates and their management in Poland. p. 223-242. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- WEISS, M., JACOB, F. & DUVEILLER, G. (2020): Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. *Remote Sensing of Environment* 236: 1-19.
- WILCOX, D. (2013): The million-dollar ecological good: Big game compensation experience in Manitoba. *Yield Manitoba* 10-14.
- 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.
- WOTSCHIKOWSKY, U. (2010): Ungulates and their management in Germany. p. 201-222. In: APOLLONIO, M., ANDERSEN, R., PUTMAN, R. (szerk.): *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- WYWIALOWSKI, A.P. (1996): Wildlife damage to field corn in 1993. *Wildlife Society Bulletin* 24(2): 264-271.
- ZOLTÁN, Ö. (1978): A vadászat magyar jogi rendje. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 799 pp.

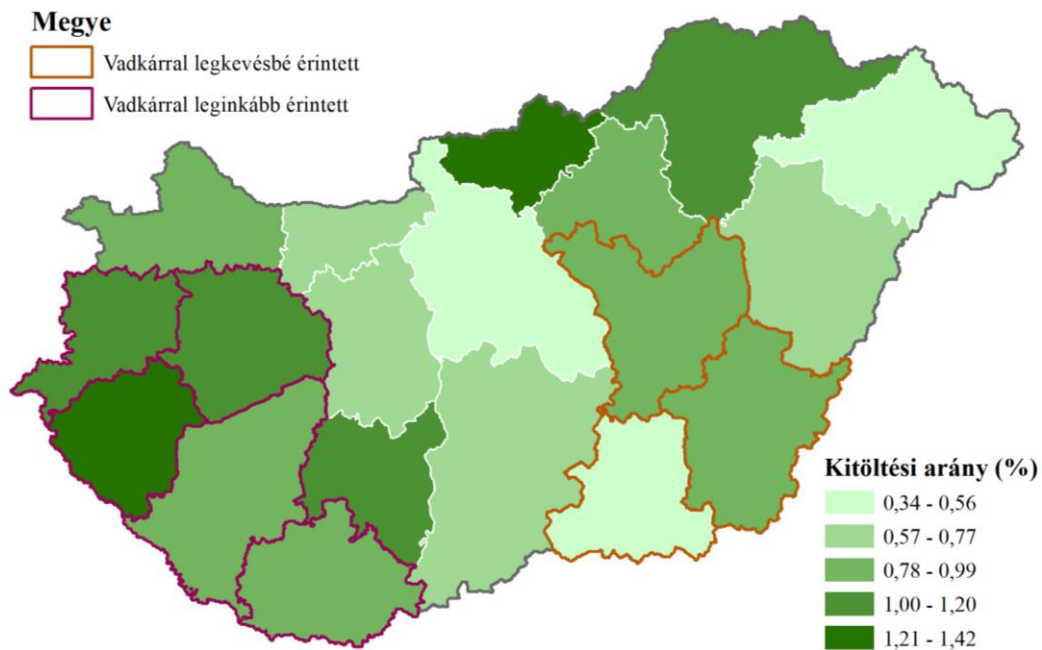
## M2. További ábrák és táblázatok



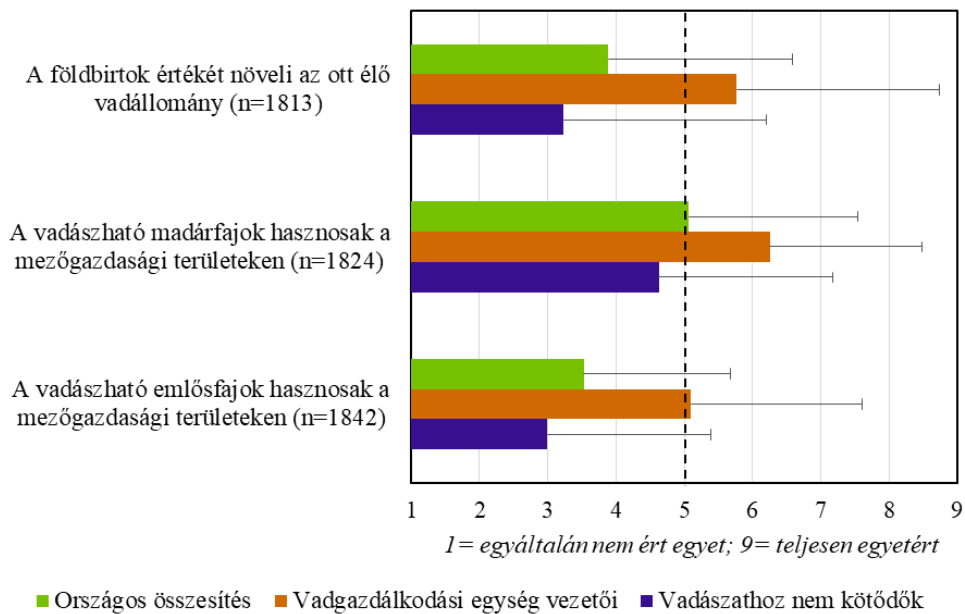
1. melléklet A mezőgazdasági és erdészeti vadkár értékének aránya Magyarországon (1961-2020) [PINTÉR (1991), TÓTH (2005), ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2021) adatai alapján]



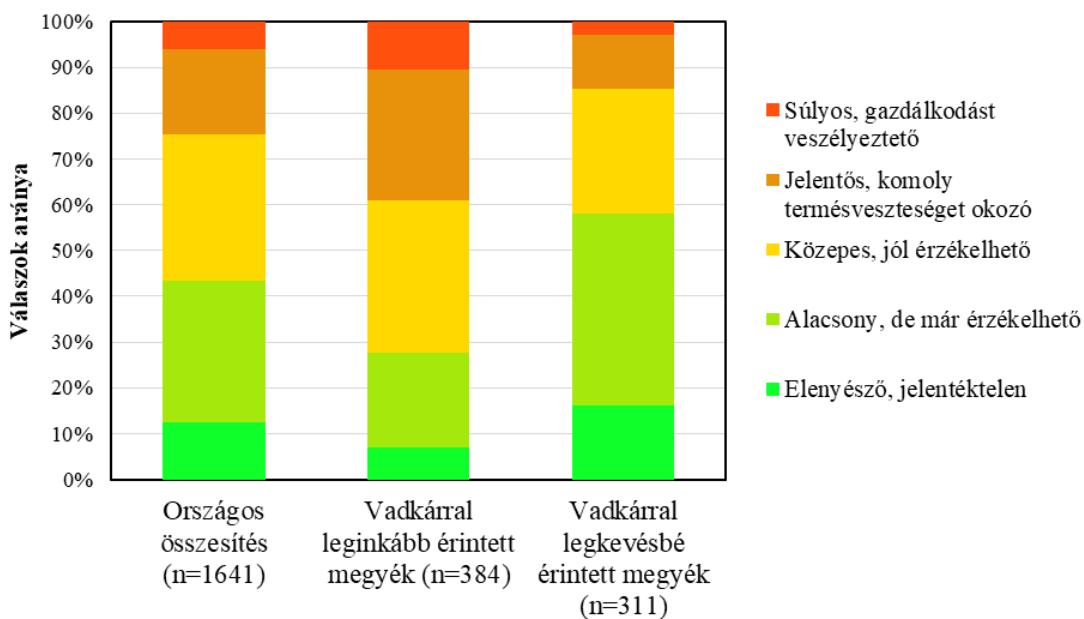
2. melléklet A SZIE VMI – NAK kérdőív elemzésre alkalmas kitöltéseinek települések szerinti eloszlása [HORVÁTH *et al.* (2008) településfedvénye alapján, CSÁNYI *et al.* (2016b) nyomán]



3. melléklet A SZIE VMI – NAK kérdőív kitöltőinek aránya a megye NAK tagságának azon részéhez viszonyítva, akik potenciális kitöltők lehettek [CSÁNYI *et al.* (2016b) nyomán]



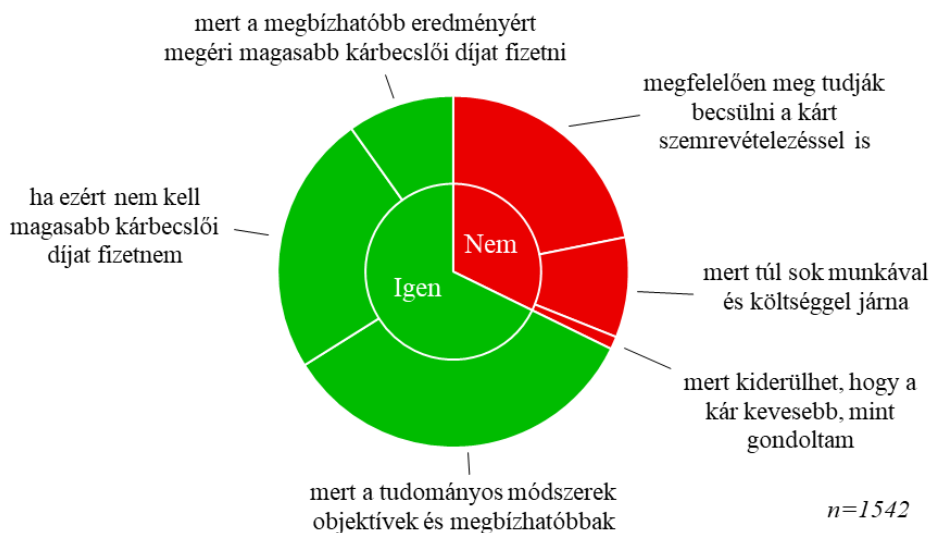
4. melléklet A SZIE VMI – NAK kérdőív válaszadóinak véleménye ( $\bar{x} + s$ ) a vadállomány értékeivel kapcsolatban [CSÁNYI *et al.* (2016b) nyomán]



5. melléklet A SZIE VMI – NAK kérdőív válaszadóinak tapasztalatai az általuk művelt földeken jelentkező vadkár mértékével kapcsolatban [Csányi et al. (2016b) adatai alapján]



6. melléklet A SZIE VMI – NAK kérdőív válaszadóinak indokai a vadkárbecslés másik felkért szakértő általi megismétlésre (országos összesítés) [CSÁNYI et al. (2016b)]



**7. melléklet** A SZIE VMI – NAK kérdőív válaszadóinak véleménye arról, hogy fontos-e a tudományosan ellenőrzött vadkárbecslési módszerek alkalmazása (országos összesítés) [CSÁNYI *et al.* (2016b) alapján]

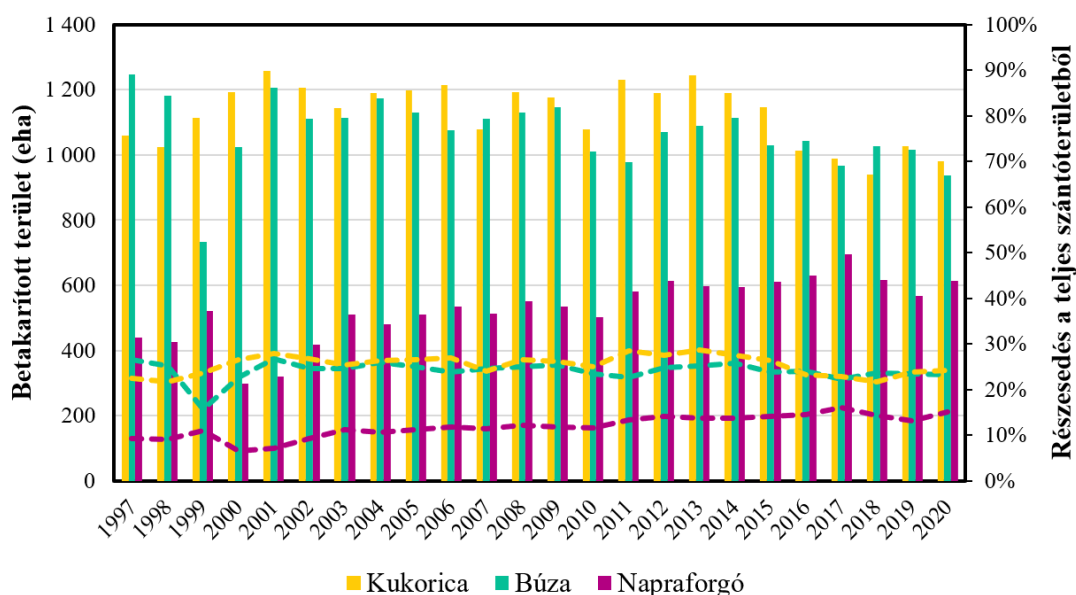
**8. melléklet** A mintateretek számának alakulása gabonafélék esetében, KOVÁTS & RAGASITS (1981), ill. KLÁTYIK (2003) adatai alapján

Táblaméret (ha)	Üzemi terület (ha)											
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
10	20	13	10	8	7	5	4	3	3	3	2	2
15	30	20	15	12	10	8	6	5	4	4	3	3
20	40	27	20	16	13	10	8	7	6	5	4	4
25	50	33	25	20	17	13	10	8	7	6	6	5
30	60	40	30	24	20	15	12	10	9	8	8	6
40	80	53	40	32	27	20	16	13	11	10	9	8
50	100	66	50	40	33	25	20	17	14	13	11	10
60	120	80	60	4 (sic!)	40	30	24	20	17	15	13	12
70	140	93	70	56	47	35	28	23	20	18	15	14
80	160	106	80	64	53	40	32	26	23	20	18	16
90	180	120	90	72	60	45	36	30	26	23	20	18
100	200	133	100	80	67	50	40	33	29	25	22	20

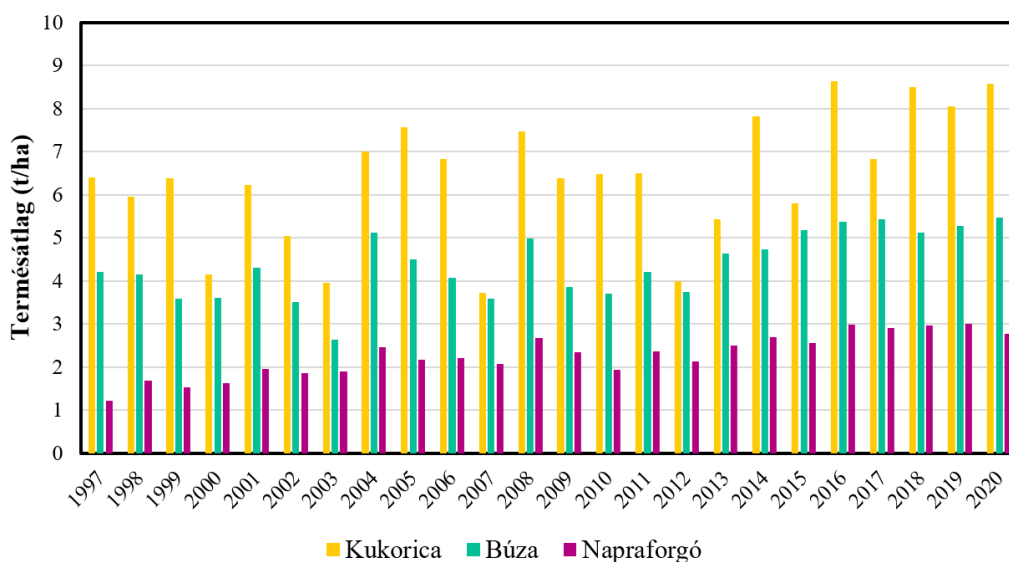


**9. melléklet** Hatszögletű sárkányra erősített GoPro HD Hero 2 kamera DAIM *et al.* (2013) vizsgálatában





10. melléklet A kukorica, a búza és a napraforgó betakarított területe és szántóterületből való részeseése Magyarországon (1997-2020) [KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021a, 2021c) adatai alapján]



11. melléklet A kukorica, a búza és a napraforgó termésátlaga Magyarországon (1997-2020) [KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021a) adatai alapján]

12. melléklet A kukorica, a búza és a napraforgó felvásárlási átlagára Magyarországon (2016-2020) [KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021b) adatai alapján]

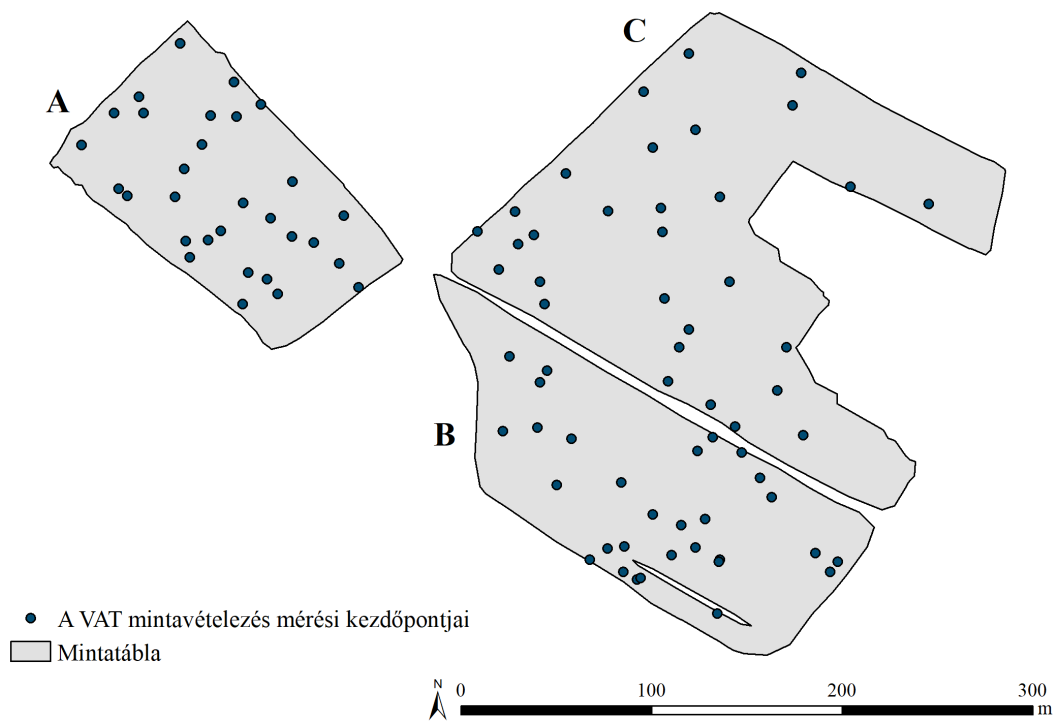
Év	Búza (Ft/t)	Kukorica (Ft/t)	Napraforgó (Ft/t)
2016	39 958	41 677	105 832
2017	43 650	43 662	100 006
2018	48 971	46 111	97 213
2019	50 733	43 823	100 736
2020	54 802	49 808	122 363

13. melléklet A kukoricát, az őszi búzát és a napraforgót károsító néhány emlős- és madárfaj

Károsító vadfaj	Hivatkozás
<b>Kukorica</b>	
Őz ( <i>Capreolus capreolus</i> )	(VARGA & KÁSA 2011)
Mezei nyúl ( <i>Lepus europaeus</i> )	(VARGA & KÁSA 2011)
Európai borz ( <i>Meles meles</i> )	(POOLE <i>et al.</i> 2002; BIRÓ <i>et al.</i> 2010)
Barna medve ( <i>Ursus arctos</i> )	(RIGG & ADAMEC 2007)
Európai bölény ( <i>Bison bonasus</i> )	(HOFMAN-KAMIŃSKA & KOWALCZYK 2012)
Mosómedve ( <i>Procyon lotor</i> )	(ENGEMAN & STERNER 2002; DEVAULT <i>et al.</i> 2007; ONTARIO FEDERATION OF ANGLERS AND HUNTERS 2020)
Fehérfarkú szarvas ( <i>Odocoileus virginianus</i> )	(ENGEMAN & STERNER 2002; DEVAULT <i>et al.</i> 2007; ONTARIO FEDERATION OF ANGLERS AND HUNTERS 2020)
Vörösfarkú cercóf ( <i>Cercopithecus ascanius</i> )	(NAUGHTON-TREVES 1998)
Anubisz-pávián ( <i>Papio anubis</i> )	(NAUGHTON-TREVES 1998)
Fácán ( <i>Phasianus colchicus</i> )	(BLEIER 2014)
Balkáni gerle ( <i>Streptopelia decaocto</i> )	(RÉKÁSI 1980)
Örvös galamb ( <i>Columba palumbus</i> )	(RÉKÁSI & STERBETZ 1991)
Szajkó ( <i>Garrulus glandarius</i> )	(STERBETZ 1973)
Vetési varjú ( <i>Corvus frugilegus</i> )	(VARGA & KÁSA 2011)
Csirögefélék ( <i>Icteridae</i> )	(DE GRAZIO <i>et al.</i> 1969; ONTARIO FEDERATION OF ANGLERS AND HUNTERS 2020)
<b>Búza</b>	
Fehérfarkú szarvas ( <i>Odocoileus virginianus</i> )	(SPRINGER <i>et al.</i> 2013; ONTARIO FEDERATION OF ANGLERS AND HUNTERS 2020)
Öszvérszarvas ( <i>Odocoileus hemionus</i> )	(AUSTIN & URNESS 1995)
Villásszarvú antilop ( <i>Antilocapra americana</i> )	(AUSTIN & URNESS 1995)
Kanadai lúd ( <i>Branta canadensis</i> )	(FLEGLER <i>et al.</i> 1987)
<b>Napraforgó</b>	
Dámszarvas ( <i>Dama dama</i> )	(KAMLER <i>et al.</i> 2009)
Öszvérszarvas ( <i>Odocoileus hemionus</i> )	(JOHNSON <i>et al.</i> 2014)
Csirögefélék ( <i>Icteridae</i> )	(LINZ & HANZEL 1997; PEER <i>et al.</i> 2003)
Pirosszemű gerle ( <i>Streptopelia semitorquata</i> )	(LINZ & HANZEL 1997)
Szirti galamb ( <i>Columba livia</i> )	(LINZ & HANZEL 1997)



14. melléklet A károsítások kijelölése a pilot vizsgálatban (fotó: Dr. Bleier Norbert)



15. melléklet A VAT mintavételezés mérési kezdőpontjai a pilot vizsgálatban



16. melléklet 1 × 1 m belső méretű mérőkeret őszi búzában



**17. melléklet** 1 m hosszúságú mérőbot kukoricában



**18. melléklet** Kukorica termésmaradvány és vaddisznótúrás napraforgóvetésen, a 2017-es váli vizsgálatban

**19. melléklet** A létrehozott és károsított pontok mennyisége (db) a szimulált őszi búza táblamodellekben, különböző károsítási arányok mellett

		<b>10%</b>	<b>30%</b>	<b>50%</b>	<b>70%</b>	<b>90%</b>
Összes pont		12 729 624	12 729 624	12 729 624	12 729 624	12 729 624
Károsítandó pont		1 272 962	3 818 887	6 364 812	8 910 737	11 456 662
1 szegélyben sűrűsödő	Összes pont pufferben	3 117 967	3 117 967	3 117 967	3 117 967	3 117 967
	Károsított pufferben	1 018 370	3 117 967	3 117 967	3 117 967	3 117 967
	További károsított	254 592	700 920	3 246 845	5 792 770	8 338 695
2 szegélyben sűrűsödő	Összes pont pufferben	4 294 944	4 294 944	4 294 944	4 294 944	4 294 944
	Károsított pufferben	1 018 370	3 055 110	4 294 944	4 294 944	4 294 944
	További károsított	254 592	763 777	2 069 868	4 615 793	7 161 718

**20. melléklet** A gyaloglás sebessége búzában és kukoricában

Ismétlés	Búza			Kukorica (sorral párhuzamos)			Kukorica (sorra merőleges)		
	Idő (perc:másodperc)	Idő (perc)	Sebesség (m/s)	Idő (perc:másodperc)	Idő (perc)	Sebesség (m/s)	Idő (perc:másodperc)	Idő (perc)	Sebesség (m/s)
1.	00:58	1,0	1,72	01:21	1,4	1,23	03:10	3,2	0,53
2.	01:00	1,0	1,67	01:19	1,3	1,27	02:51	2,9	0,58
3.	01:00	1,0	1,67	01:18	1,3	1,28	02:54	2,9	0,57
4.	00:58	1,0	1,72	01:16	1,3	1,32	03:06	3,1	0,54
5.	00:57	1,0	1,75	01:14	1,2	1,35	02:58	3,0	0,56

21. melléklet Mintateres módszerrel adott becslések paramétereit kukoricatábla (3 ha) esetében

Kérelmezés	Kátrány	Minivételi útvonal	Paraméter / mintamezszám (db)																										
			Átlag				Bias				PRB				SE				MSE										
			10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25							
Random	10%	V	10,9	10,7	10,5	10,5	0,5	0,5	0,5	0,5	8,7	7,0	5,2	5,3	5,3	2,2	1,3	0,8	0,3	1,1	4,6	1,8	0,8	0,4	1,3				
		W	10,7	10,0	10,1	9,9	10,4	0,1	-0,1	-0,1	0,1	7,3	0,4	-1,0	-1,3	3,6	2,0	0,9	1,6	0,1	0,6	3,8	0,6	2,1	0,4	0,5			
		X	10,1	9,8	9,8	10,4	10,0	0,1	-0,2	-0,2	0,4	1,3	-2,1	-2,1	4,3	-0,3	1,1	1,6	0,8	0,4	1,2	1,0	2,2	0,5	0,3	1,1			
	30%	V	31,7	30,9	30,8	29,6	30,8	1,7	0,9	0,8	-0,4	0,8	5,7	2,9	1,8	2,6	0,8	1,5	0,6	1,7	0,9	3,4	2,6	1,0	2,5	1,3			
		W	30,1	30,7	30,1	30,6	30,4	0,1	0,7	0,1	0,6	0,4	0,5	2,3	0,3	2,0	1,4	1,4	1,2	1,0	1,0	1,5	3,6	1,2	1,2	1,0	1,0		
		X	29,8	29,3	29,8	29,8	29,7	-0,2	-0,7	-0,2	-0,1	-0,3	-0,5	-2,1	-0,7	-0,5	-1,1	1,6	1,5	0,8	0,5	1,0	2,0	1,8	0,6	0,9			
	50%	V	51,4	49,4	50,6	49,9	50,1	1,3	-0,6	0,6	-0,1	0,1	2,9	-1,1	1,1	0,3	2,4	2,1	1,5	0,1	1,0	6,8	6,1	2,0	0,9	0,9			
		W	49,7	49,2	49,6	49,0	49,4	-0,1	-0,8	-0,4	-1,0	-0,6	-1,3	-1,6	-0,8	-2,1	-1,3	2,0	1,3	1,6	1,3	3,7	3,7	1,1	2,9	0,8			
		X	49,3	50,4	50,8	50,4	51,0	-0,3	0,4	0,3	0,4	1,0	0,9	1,5	0,8	2,1	3,6	1,4	2,5	0,6	1,2	10,6	1,7	5,5	0,5	2,3			
	70%	V	68,7	70,2	69,4	69,9	69,3	-1,3	0,2	-0,6	-0,1	-0,2	0,9	-1,6	0,2	0,9	-1,0	2,0	0,9	2,0	1,0	4,8	0,6	3,6	1,0	1,0			
		W	69,8	70,5	70,5	69,9	69,8	-0,3	0,5	0,5	-0,1	-0,2	-0,3	0,7	0,7	-0,1	-0,3	1,8	1,3	1,0	1,5	1,0	4,8	1,4	1,0	1,8	0,8		
		X	69,3	71,4	70,2	70,8	71,5	-0,1	1,4	0,2	0,6	1,5	1,0	2,0	0,2	1,1	2,1	2,5	1,5	0,7	0,8	0,7	5,6	3,5	0,5	1,1	2,5		
85%	V	85,7	84,4	85,6	84,7	84,6	0,7	-0,6	0,6	-0,3	-0,4	0,9	-0,7	0,7	-0,5	1,1	1,4	0,6	0,9	0,9	1,4	1,8	0,6	0,2	0,9				
	W	85,0	85,3	85,3	85,7	85,2	0,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	0,4	0,3	0,8	0,2	1,3	0,8	0,8	0,3	0,6	1,4	0,6	0,6	0,7	0,3			
	X	85,1	85,3	85,2	85,1	85,5	0,1	0,3	0,2	0,1	0,5	0,1	0,4	0,3	0,1	0,6	2,2	0,8	1,5	0,8	0,5	3,9	0,6	1,9	0,5	0,5			
1 hozzászólás	10%	V	10,8	9,6	10,0	10,2	9,9	0,3	-0,4	0,0	0,1	-0,1	7,5	-4,3	0,1	2,3	-0,9	1,0	0,9	0,6	0,4	0,3	1,4	0,8	0,3	0,2	0,1		
		W	9,3	10,0	9,6	11,2	10,0	-0,1	0,0	-0,4	1,3	0,0	-6,7	0,4	-3,7	12,1	-0,5	1,2	0,8	0,8	1,1	0,6	1,5	0,6	0,7	2,4	0,3		
		X	9,5	12,0	10,3	11,8	10,5	-0,5	2,0	0,3	1,8	0,5	-5,6	19,7	3,4	18,4	4,6	1,2	0,6	0,7	1,2	0,7	1,4	4,6	0,5	4,5	0,6		
	30%	V	29,8	30,5	29,5	29,9	29,9	0,7	0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,8	1,5	-0,7	0,4	0,9	-0,7	0,7	-0,5	1,1	0,6	1,7	0,9	3,3	0,9	1,7	2,3	0,6
		W	30,8	30,8	29,8	31,1	30,5	0,8	0,8	-0,2	0,3	3,1	0,5	2,8	2,6	-0,5	10,4	1,7	1,0	0,7	0,8	0,8	0,6	1,6	1,0	0,5	10,5	0,6	
		X	29,1	34,4	29,5	33,8	29,9	-0,6	4,4	-0,5	3,8	-0,1	-3,6	14,5	-1,6	12,8	-0,4	1,3	0,4	1,0	1,2	0,7	2,2	19,1	1,1	1,1	13,8	0,4	
	50%	V	50,6	50,5	50,0	48,3	50,2	0,8	0,5	0,0	-1,1	0,2	1,2	1,0	-0,1	-3,5	0,5	2,4	1,3	0,8	0,8	0,9	4,8	1,6	0,6	3,4	0,7		
		W	50,3	49,2	50,1	50,7	49,8	0,3	-0,8	0,1	0,1	-0,2	0,6	-1,7	0,2	1,1	-0,4	1,8	0,9	0,5	1,0	0,6	2,7	1,3	0,2	1,3	0,3		
		X	49,6	50,2	49,8	50,9	50,1	-0,1	0,2	-0,2	0,6	0,1	-0,8	0,8	-0,3	1,8	0,3	0,5	1,4	0,8	1,1	0,8	0,4	1,1	0,5	3,0	0,7		
	70%	V	70,4	70,0	70,9	70,3	70,2	0,4	0,0	0,9	0,3	0,2	0,3	0,0	1,3	0,4	0,3	2,7	1,5	1,9	0,8	1,2	5,9	1,8	3,6	0,7	1,3		
		W	70,3	69,3	70,0	70,1	70,4	0,3	-0,7	0,0	0,1	0,4	0,5	-1,1	0,0	0,1	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4		
		X	84,5	85,0	84,9	84,8	85,2	0,5	0,0	-0,1	0,2	-0,5	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	1,1	1,1	0,7	0,7	0,6	1,3	1,0	0,4	0,4	0,4		
85%	V	84,6	84,4	85,1	83,9	85,0	-0,3	-0,6	0,1	-1,1	0,0	-0,4	-0,1	-1,2	0,0	0,9	0,5	1,0	0,8	1,0	0,8	0,6	0,8	1,7	0,8	1,7	0,8		
	W	84,4	85,7	85,1	85,4	85,2	-0,6	0,7	0,1	0,3	0,2	-0,1	0,6	0,2	-0,1	0,8	0,3	1,5	1,1	0,5	1,3	0,9	2,0	1,1	0,2	1,6	0,7		
	X	10,1	10,0	10,6	10,5	10,4	0,1	0,0	0,6	0,3	0,4	1,3	-0,2	6,1	4,3	4,2	1,6	1,1	0,7	1,1	0,5	2,0	1,0	0,8	1,1	0,4			
1 rövid oldali seregélyben sűrűsödés	10%	V	10,1	10,5	10,6	10,1	10,4	0,0	0,5	0,6	0,1	0,4	-0,1	5,0	5,9	1,4	3,8	1,2	1,1	2,0	1,3	1,5	1,9	0,8	1,1	1,2	0,9	0,3	1,0
		W	10,0	11,4	10,6	11,2	10,4	0,1	1,4	0,6	1,3	0,4	0,8	14,3	12,3	4,2	2,8	1,4	0,9	1,1	0,8	6,2	3,5	1,0	2,4	0,7	1,0		
		X	29,9	30,7	30,8	31,3	31,7	-0,1	0,7	0,8	1,3	1,7	-0,2	2,4	2,7	4,4	5,8	1,2	1,4	0,4	0,5	1,0	1,1	2,1	2,3	0,8	2,0	3,8	
	30%	V	29,4	29,9	31,1	30,2	30,7	-0,6	-0,1	1,1	0,3	0,7	-0,2	-0,3	3,8	0,8	2,3	1,2	0,8	1,1	0,4	0,6	1,6	0,5	2,2	0,2	0,8		
		W	29,8	34,6	30,6	32,5	31,2	-0,3	4,6	0,6	2,5	1,2	-0,8	15,3	19,4	8,4	3,6	1,0	0,8	0,7	1,2	0,3	0,8	22,6	0,8	7,2	1,5		
		X	50,5	49,9	51,2	51,0	51,3	0,3	-0,1	1,2	1,0	1,3	0,9	-0,1	2,4	1,9	2,6	1,8	0,8	1,2	0,7	0,6	2,7	0,5	2,6	1,4	2,0		
	50%	V	50,7	49,9	50,6	50,8	50,6	0,1	-0,1	0,6	0,8	0,6	1,3	-0,2	1,1	1,1	1,1	2,0	1,3	1,5	0,8	0,9	3,8	1,3	2,1	1,2	0,9		
		W	50,7	50,0	50,4	51,0	50,4	0,1	0,0	0,4	1,0	0,4	1,5	-0,1	0,7	2,0	0,7	0,8	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0	1,5	0,6		
		X	69,8	69,1	70,9	70,1	69,7	-0,2	-0,9	0,9	0,1	-0,3	-0,3	-1,3	1,3	2,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	5,3	2,8	1,3	1,9	1,9		
	70%	V	70,4	69,4	70,9	70,7	69,8	0,4	-0,6	0,9	0,1	-0,2	0,6	-0,8	1,4	1,0	-0,2	2,4	1,0	2,1	0,8	1,3	4,9	1,3	4,4	1,0	1,4		
		W	69,8	69,3	70,5	69,9	70,4	-0,2	-0,7	0,5	-0,1	0,4	-0,2	-1,0	0,6	-0,1	0,6	1,9	1,4	0,7	1,1	1,0	3,0	2,6	0,6	1,0	1,0		
		X	84,1	84,0	84,0	84,9	84,4	0,3	-0,1	1,0	-1,0	-0,6	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	
85%	V	84,6	84,2	85,0	84,7	84,9	-0,4	-0,8	0,0	-0,3	-0,1	-0,5	-0,9	0,0	-0,4	-0,1	1,1	0,6	1,0	0,4	0,7	1,1	0,8	0,9	0,2	0,4			
	W	85,3	86,0	85,1	84,0	84,9	0,3	1,0	1,0	-1,0	-1,0	0,4	1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,2	0,8	1,3	1,0	0,5	1,2	1,3	1,4	1,8	0,2			
	X	9,7	10,3	10,3	11,1	10,7	-0,3	0,3	0,3	1,1	0,7	-2,1	2,5	2,9	11,3	7,0	2,6	1,1	1,7	0,4	0,9	5,6	1,1	2,5	1,4	1,2			
10%	V	10,9	10,5	10,8	10,8	10,3	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
	W	9,5	9,4	9,1	10,0	8,9	-0,3	-0,6	-0,9	0,0	-1,1	-4,6	-5,1	-2,2	-0,2	-1,8	0,2	1,2	1,5	0,2	0,5	2,8	0,1	2,1	1,1	1,5			
	X	30,9	31,7	32,1	32,1	32,0	0,8	1,7	2,1	2,1	2,0	3,1	5,6	6,9	7,0	6,8	1,1	1,6	1,1	1,2	1,6	1,8	4,8	5,2	5,5	6,1			
30%	V	31,0	31,2	31,3	31,9	32,0	1,0	1,2	1,3	3,6	2,0	3,3	4,0	4,3	12,8	6,6	2,0	1,2	1,6	1,0	1,2	2,6	3,8	5,6	5,9	5,9			
	W	27,9	31,1	28,1	30,2	28,1	-2,1	1,1	-1,9	0,3	-1,9	-7,0	3,8	-6,2	0,1	-6,2	2,4	2,3	1,3	1,0	1,1	8,9	5,1	4,8	0,8	4,6			
	X	52,4	53,3	53,5	54,3	54,0	2,4	3,3	3,5	4,3	4,0	4,8	6,7	7,0	8,3	7,9	1,0	0,8	0,4	0,5	0,5	6,4	11,6	12,5	19,2	15,9			
50%	V	53,5	52,9	53,3	52,8	52,8	3,5	2,9	3,3	5,3	2,8	7,0	5,8	6,6	10,4	5,5	1,6	1,1	0,5	0,1	0,8	14,3	9,8	11,1	28,0	8,1			
	W	45,7	51,4	45,8	49,9	46,9	-4,1	1,4	-2,1	-0,1	-3,1	-8,3	2,9	-3,3	-0,1	-6,2	1,7	1,1	0,9	1,0	0,6	20,5	3,1	18,1	68,9	9,9			
	X	71,5	71,7	72,1	72,5	72,5	1,3	1,7	1,7	2,5	2,5	3,0																	



23. melléklet Mintateres módszerrel adott becslések paramétereit kukoricatábla (30 ha) esetében

- negatív bias  
(teljes cella = -13,5)
- pozitív bias  
(teljes cella = 13,5)
- negatív PRB  
(teljes cella = -66,6)
- pozitív PRB  
(teljes cella = 66,6)
- SE (teljes cella = 7,1)
- MSE (teljes cella = 93,8)

Károlozás	Káropany	Mintavételezési útvonal	Paraméter / mintamezszám (db)												MSE																
			Aldag				bias				PRB				SE				MSE												
			10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30				
Random	100%	V	10,2	10,8	10,1	10,2	10,6	-0,3	-0,4	-0,2	0,2	-2,1	3,5	-4,4	-2,4	1,3	0,4	0,8	0,7	0,4	1,1	0,2	0,8	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	
		W	10,5	10,4	10,3	11,2	10,0	0,0	-0,4	-0,3	0,0	-0,2	-1,1	-3,7	-3,1	-0,4	-1,6	0,3	0,1	0,4	0,6	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1
		X	11,0	10,0	9,9	11,4	9,8	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-2,2	-2,7	1,6	-2,3	-2,4	1,0	0,5	0,3	0,5	0,1	0,8	0,3	0,8	0,3	0,3	0,1	0,8	0,3	0,3	0,1
		V	28,9	29,8	29,3	29,8	29,7	0,1	-0,2	0,1	0,2	0,3	-0,7	2,2	0,3	0,6	0,9	1,4	0,8	0,6	0,6	0,6	1,5	1,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
		W	30,5	29,7	30,5	33,0	29,5	0,4	0,3	-0,1	0,3	1,3	1,0	-0,3	0,7	1,0	1,6	2,7	1,3	1,1	1,4	2,3	5,9	1,2	1,0	1,6	1,2	1,0	1,6	1,9	1,9
		X	30,3	29,9	30,4	33,3	30,0	0,6	1,0	0,8	0,3	1,0	1,6	3,2	1,8	1,1	3,3	1,8	1,3	1,1	1,1	3,4	2,2	3,2	2,1	3,2	2,1	3,2	2,1	3,2	
	50%	V	50,0	49,6	50,0	48,7	50,7	0,3	0,1	-0,4	-0,6	0,6	0,1	0,8	-0,8	-1,3	1,6	2,0	1,3	1,4	1,6	2,1	3,0	1,3	1,6	2,4	1,6	2,4	1,6	2,4	
		W	50,0	48,9	50,1	51,5	49,3	0,8	0,9	-0,1	0,3	1,1	1,6	1,7	-0,2	0,7	2,3	3,1	0,5	0,7	0,6	1,3	8,1	0,9	0,4	0,4	0,4	2,7	0,4	2,7	
		X	50,7	50,2	50,3	50,8	49,8	1,7	0,6	1,3	1,2	1,3	3,0	2,4	1,3	2,5	1,2	0,2	0,3	0,8	0,8	7,8	1,5	2,3	1,6	1,0	1,6	1,0	1,6	1,0	
		V	69,1	70,1	69,4	68,2	70,1	0,8	-0,2	-0,1	-0,2	-0,4	-1,2	-0,3	-0,1	-0,6	0,0	1,0	1,0	0,8	0,7	4,2	0,9	2,2	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
		W	69,7	70,3	69,7	69,8	70,3	0,7	0,9	0,4	-0,4	0,0	1,1	1,3	0,5	-0,6	0,0	1,0	0,7	1,0	1,4	0,6	1,3	1,3	0,9	1,8	0,3	1,3	0,9	1,8	
		X	70,7	69,9	70,3	69,9	69,8	0,6	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	0,1	-0,3	-0,1	0,0	-0,2	1,8	1,4	1,1	0,9	1,0	2,6	1,7	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
85%	V	84,5	85,7	84,5	84,3	85,4	1,9	-0,8	1,2	0,0	-0,9	1,1	2,2	-0,9	1,1	1,8	1,2	1,6	1,8	1,2	6,3	1,7	3,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4		
	W	85,4	85,7	85,2	83,0	85,4	0,5	-0,3	0,3	0,3	0,0	1,2	-0,2	0,4	0,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	2,4	1,2	1,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0		
	X	85,5	84,6	85,2	85,0	84,6	0,1	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,6	1,6	0,9	1,0	0,5	0,7	2,1	0,6	0,8	0,2	0,7	0,8	0,2		
	V	8,6	10,4	11,0	10,7	10,3	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	2,1	8,2	1,3	2,0	5,9	1,6	1,0	0,4	0,4	0,7	2,1	1,4	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8		
	W	8,5	10,5	11,0	11,1	10,2	0,5	0,4	0,3	1,2	0,6	4,6	3,6	1,8	1,8	1,1	1,7	1,0	0,4	0,5	0,6	2,5	1,0	0,2	1,6	0,3	1,6	0,3	1,6		
	X	13,1	10,1	13,4	11,7	10,3	1,0	0,0	-0,1	1,4	-0,3	10,4	-0,1	1,3	13,6	-1,9	0,4	0,8	0,4	0,5	0,5	1,1	0,5	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0		
100%	V	26,6	30,9	31,1	32,4	30,7	-1,1	-0,2	-0,7	-0,2	-0,3	-3,5	-0,5	-2,3	-0,6	-0,9	1,1	0,5	1,1	0,7	0,2	2,0	0,3	1,4	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5		
	W	27,9	31,8	31,3	32,5	31,3	0,5	-0,3	0,5	3,0	-0,3	1,6	-1,0	1,7	10,1	-1,6	1,1	0,7	0,5	0,4	1,2	0,4	0,7	9,3	0,3	9,3	0,3	9,3			
	X	34,4	30,6	34,9	32,3	30,9	0,3	-0,1	0,4	3,3	0,0	1,1	-0,5	1,4	11,2	-0,1	1,4	1,0	0,3	0,7	0,6	1,6	0,9	0,2	1,1	0,9	0,2	1,1			
	V	48,6	51,0	50,5	51,9	51,0	0,0	-0,4	0,0	-1,3	0,1	0,0	-0,8	0,0	-2,6	1,3	2,1	1,2	1,4	0,8	0,8	3,4	1,4	1,5	2,2	1,0	2,2	1,0	2,2		
	W	49,9	50,4	51,3	52,5	50,8	0,0	-1,1	0,1	1,5	-0,7	0,0	-2,2	0,3	3,0	-1,4	1,5	1,0	0,6	1,4	0,6	1,8	2,0	0,3	3,7	0,8	3,7	0,8	3,7		
	X	53,8	50,1	52,1	51,6	50,5	0,7	0,2	0,3	0,8	-0,3	1,4	0,4	0,8	1,6	-0,5	1,8	0,9	1,3	1,5	1,0	3,1	0,6	1,2	2,4	0,8	2,4	0,8	2,4		
100%	V	70,1	70,7	69,7	70,4	70,3	-0,9	0,1	-0,6	-1,8	0,1	-1,2	0,1	-0,9	-2,6	0,2	1,4	2,1	1,3	1,1	1,2	2,3	3,6	1,6	4,3	1,1	4,3	1,1	4,3		
	W	69,4	70,3	70,1	70,4	70,4	-0,3	0,3	-0,3	-0,2	0,3	-0,4	0,5	-0,3	0,4	1,3	0,9	1,3	1,1	0,6	1,2	0,8	1,3	1,2	0,8	1,1	0,8	1,1	0,8		
	X	71,3	70,2	71,4	71,1	70,6	0,7	-0,1	0,3	-0,1	-0,3	1,0	-0,2	0,4	-0,2	-0,4	2,4	0,9	1,3	1,0	0,7	5,1	0,7	1,3	0,8	0,4	0,7	1,3	0,8		
	V	83,0	85,6	85,6	85,6	85,4	-0,5	0,7	-0,5	-0,7	0,4	-0,6	0,8	-0,4	-0,2	0,8	0,5	1,5	1,2	0,5	0,3	2,0	1,7	0,7	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6		
	W	83,8	84,9	85,2	85,1	84,9	0,4	0,7	0,1	0,2	0,0	0,4	0,9	0,3	-2,4	0,5	1,1	0,8	0,6	0,6	0,5	1,1	1,1	0,7	4,4	0,4	4,4	0,4	4,4		
	X	84,3	84,8	84,7	84,9	85,2	0,5	-0,4	0,1	0,2	0,0	0,0	-0,5	0,3	0,6	-0,5	0,3	1,1	0,8	0,4	0,5	1,1	1,0	0,3	1,0	0,3	1,0	0,3	1,0		
100%	V	9,3	10,2	10,7	11,0	10,4	-1,4	1,0	0,7	1,0	-13,6	3,7	10,1	6,9	1,1	3,2	1,0	0,9	0,7	0,3	0,6	2,7	0,8	1,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6		
	W	10,4	10,8	10,9	11,8	10,9	-1,5	0,5	1,0	1,1	-14,7	4,7	9,9	11,4	2,3	0,4	1,2	0,3	0,4	0,3	0,9	0,7	2,3	1,3	2,0	0,5	2,0	0,5	2,0		
	X	9,8	9,7	10,0	10,7	9,6	3,1	0,1	0,1	3,4	1,7	0,3	31,4	17,5	3,3	1,1	1,1	0,3	0,4	0,4	0,8	10,8	1,0	11,8	3,2	11,8	3,2	11,8			
	V	29,1	31,6	31,8	32,9	31,9	-3,4	0,9	1,1	2,4	-11,4	3,2	3,6	8,1	2,4	0,7	1,3	1,3	0,6	1,0	1,2	2,4	2,4	2,4	2,4	1,3	2,4	1,3	2,4		
	W	29,8	31,9	32,5	34,4	31,5	-2,1	1,8	1,5	2,5	1,3	-7,1	6,0	4,4	8,3	4,4	0,6	0,8	0,5	0,9	0,1	4,8	3,7	1,9	6,8	1,8	6,8	1,8	6,8		
	X	30,4	27,5	29,5	31,2	28,3	4,4	0,6	4,6	2,3	0,5	14,6	2,0	16,3	7,8	3,0	2,6	1,5	1,6	1,7	1,2	2,2	2,2	2,2	2,2	1,9	2,2	1,9	2,2		
100%	V	49,4	51,9	53,2	53,0	51,9	-1,4	1,0	0,5	1,9	1,0	-2,7	2,0	1,0	3,7	2,0	1,6	0,6	1,0	1,3	1,0	3,8	1,2	1,1	4,8	1,8	4,8	1,8	4,8		
	W	49,5	52,5	52,9	56,4	52,5	-0,1	0,4	1,3	2,5	0,8	-0,3	0,8	2,6	5,1	1,5	0,5	2,0	1,4	1,4	0,4	0,5	0,3	3,4	2,6	6,6	2,6	6,6	2,6		
	X	50,5	46,6	50,0	51,1	46,8	3,8	0,1	2,1	1,6	0,5	7,5	0,1	4,1	3,1	0,9	1,0	1,9	1,0	1,3	1,4	14,8	2,8	5,0	3,2	1,5	3,2	1,5	3,2		
	V	72,1	74,7	74,1	74,1	74,7	0,1	0,7	-0,3	0,4	0,3	2,0	1,0	-0,4	0,6	0,4	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	1,3	1,4	1,1	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9		
	W	69,2	70,8	71,1	72,4	71,0	-0,6	0,3	0,1	0,1	0,0	-0,8	0,5	0,0	0,2	0,5	1,6	1,6	1,0	0,8	0,7	2,4	2,1	1,0	0,5	0,5	2,1	1,0	0,5		
	X	72,0	69,4	69,7	71,6	69,8	1,3	0,2	1,4	1,1	0,6	1,8	0,3	2,0	1,5	0,8	1,3	1,3	1,0	0,6	1,3	1,1	3,6	0,9	2,4	2,4	1,2	3,6	0,9	2,4	
85%	V	86,0	89,2	88,1	88,3	88,6	0,0	0,6	0,6	0,6	0,4	0,0	0,7	0,7	0,3	1,6	0,7	0,7	0,3	0,9	2,1	0,8	0,3	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9		
	W	83,6	84,0	85,4	85,0	85,1	0,8	-0,1	0,2	0,1	-0,1	1,0	-0,1	0,3	0,1	-0,1	1,3	1,4	1,3	1,6	1,0	1,5	1,1	2,1	0,3	0,3	1,5	2,1	0,3		
	X	86,5	84,4	85,3	85,4	84,0	-0,7	-0,2	-0,3	-0,1	-0,2	-0,4	-0,1	0,2	-0,1	1,7	1,0	1,0	0,7	1,0	1,5	2,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9		
	V	9,7	10,3	9,6	9,8	10,2	-0,7	0,2	0,1	1,0	0,4	-6,7	2,3	10,1	4,5	1,3	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	1,9	0,9	1,2	1,3	0,7	1,9	1,2	1,3		
	W	10,0	9,6	9,7	10,0	9,8	0,4	0,8	0,6	1,8	0,9	3,9	7,7	9,3	1,5	0,8	1,1	0,5	0,6	0,6</											





25. melléklet Pontrácsos és dupla pontrácsos módszerrel adott becslések paraméterei kukoricatábla (3 ha) esetében

Károslás	Mintavételi módszer	Átlag										Paraméter / mintapontsűrűség (sor × m)										SE										MSE																						
		5 × 5					10 × 10					20 × 20					40 × 40					80 × 80					5 × 5					10 × 10					20 × 20					40 × 40					80 × 80							
		9,9	9,8	9,3	9,8	9,8	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-1,0	-1,8	-1,5	-7,0	-1,7	-2,3	-2,6	-2,2	-2,6	0,5	0,6	1,0	0,9	0,9	0,5	0,6	1,0	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
Random	pontrács	9,9	9,8	9,3	9,8	9,8	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-1,0	-1,8	-1,5	-7,0	-1,7	-2,3	-2,6	-2,2	-2,6	0,5	0,6	1,0	0,9	0,9	0,5	0,6	1,0	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
	d. pontrács	10,1	10,0	9,7	9,7	9,7	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0,4	0,4	2,1	1,1	4,8	-2,3	-5,4	-4,3	-4,3	-4,3	0,4	0,9	1,9	2,8	6,5	0,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
	pontrács	30,1	30,6	31,4	29,2	28,4	0,1	0,6	1,4	-0,8	1,4	-0,8	-1,6	0,4	2,1	4,8	-2,3	-5,4	-4,3	-4,3	-4,3	0,4	0,9	1,9	2,8	6,5	0,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
	d. pontrács	30,0	29,8	30,9	29,5	28,7	0,0	-0,2	0,9	-0,1	-1,3	-0,1	-0,8	2,9	-1,6	-4,3	-4,3	-4,3	-4,3	-4,3	-4,3	0,4	1,3	1,1	2,2	4,2	0,1	1,5	1,6	1,5	1,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
	pontrács	50,3	50,7	50,3	51,7	49,4	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,5	3,4	-1,3	0,5	3,4	-1,3	0,5	3,4	-1,3	0,5	3,4	0,6	1,6	2,2	2,9	2,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
	d. pontrács	50,1	50,1	50,4	50,3	48,0	0,1	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3	-2,0	0,2	0,2	0,8	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	0,3	1,2	1,2	1,2	1,2	0,1	1,2	1,1	1,2	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
	pontrács	70,0	70,4	70,6	70,7	71,5	0,0	0,4	0,6	0,7	1,5	0,0	0,5	0,9	1,1	2,2	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,4	1,3	2,1	2,6	2,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
	d. pontrács	70,0	69,9	70,6	72,0	72,8	0,0	-0,1	0,6	2,6	2,6	0,0	-0,1	0,8	2,6	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,4	0,5	0,8	3,6	3,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				
	pontrács	84,9	85,1	84,6	82,7	82,4	-0,1	0,1	-0,4	-2,3	-2,6	-0,2	0,1	-0,4	-2,3	-2,6	-2,6	-2,6	-2,6	-2,6	0,3	0,8	0,8	2,7	4,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				
	d. pontrács	84,9	85,2	85,1	83,0	83,4	-0,1	0,2	0,1	-2,0	-1,6	-0,1	0,3	0,1	-2,3	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	0,3	0,6	1,0	0,9	3,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				
pontrács	9,8	11,2	11,6	10,4	14,8	-0,2	1,2	1,6	0,4	4,8	-1,6	12,5	15,9	4,4	47,2	8,6	66,6	66,6	66,6	0,3	0,5	0,9	1,5	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5					
d. pontrács	9,7	9,5	7,7	10,9	16,7	0,3	-0,5	-2,3	0,9	6,7	-3,2	-5,3	-32,2	8,6	66,6	66,6	66,6	66,6	0,3	0,5	0,9	1,5	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5						
pontrács	29,2	31,3	32,7	29,2	43,5	-0,8	3,3	2,7	-0,8	13,3	-2,8	10,9	9,0	-2,7	45,1	4,1	4,1	4,1	4,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4					
d. pontrács	29,0	28,5	23,8	29,1	42,4	-1,0	-1,5	-6,2	-0,9	12,3	-3,4	-5,1	-20,8	-2,8	41,4	4,1	4,1	4,1	4,1	0,4	0,6	2,0	1,9	2,8	0,2	0,6	2,0	1,9	2,8	0,2	0,6	2,0	1,9	2,8	0,2	0,6	2,0	1,9	2,8	0,2	0,6	2,0	1,9	2,8	0,2	0,6	2,0	1,9	2,8	0,2	0,6	2,0	1,9	2,8
pontrács	49,2	51,7	54,0	51,2	48,9	-0,8	1,7	4,0	1,2	-1,1	-1,5	3,3	8,0	2,4	-2,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,8	3,3	3,3	1,6	1,4	3,0	1,8	3,3	1,6	1,4	3,0	1,8	3,3	1,6	1,4	3,0	1,8	3,3	1,6	1,4	3,0	1,8	3,3	1,6	1,4	3,0	1,8	3,3	1,6					
d. pontrács	49,2	48,1	47,1	49,3	47,3	-0,8	-1,9	-2,9	-0,7	-2,1	-1,6	-3,7	-5,8	-1,4	-5,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	1,0	0,4	1,1	1,6	2,1	1,5	3,6	1,5	3,6	2,1	1,5	3,6	1,5	3,6	2,1	1,5	3,6	1,5	3,6	2,1	1,5	3,6	1,5	3,6	2,1										
pontrács	69,5	70,7	72,5	68,7	65,4	-0,5	0,7	2,5	-1,3	-4,6	-0,7	1,0	3,6	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	1,1	0,8	2,0	2,5	6,3	1,2	1,0	1,7	1,2	1,0	1,2	1,0	1,7	1,2	1,0	1,2	1,0	1,7	1,2	1,0	1,2	1,0	1,7	1,2	1,0											
d. pontrács	69,7	68,8	69,2	70,6	66,6	-0,3	-1,2	-0,8	0,6	-3,4	-0,4	-1,7	-1,1	0,8	-4,9	-1,1	-1,1	-1,1	0,6	0,8	0,8	2,6	3,9	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1											
pontrács	84,8	84,7	83,6	84,8	86,0	-0,2	-0,3	-1,4	-0,2	1,0	-0,2	-0,4	-1,6	-0,3	1,2	0,4	1,1	1,1	1,1	1,9	2,9	4,6	0,1	1,9	2,9	4,6	0,1	1,9	2,9	4,6	0,1	1,9	2,9	4,6	0,1	1,9	2,9	4,6	0,1	1,9	2,9	4,6	0,1	1,9										
d. pontrács	84,7	83,7	81,7	85,9	86,8	-0,3	-1,3	-3,3	0,2	1,8	-0,3	-1,5	-3,9	1,0	2,1	0,3	0,7	0,7	0,7	2,0	1,5	2,3	2,3	2,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2										
pontrács	9,7	9,6	11,4	13,7	12,9	-0,3	-0,4	1,4	3,7	2,9	-2,7	-3,8	13,8	37,0	28,6	0,6	0,5	0,8	1,9	2,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3														
d. pontrács	9,9	9,8	11,2	12,9	11,3	-0,1	-0,2	1,2	2,8	1,3	-1,3	-1,8	12,0	28,5	12,9	0,5	0,3	1,2	2,3	3,9	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1														
pontrács	29,7	30,0	33,2	39,5	38,6	-0,3	0,0	3,2	9,5	8,6	-0,8	0,0	10,7	31,7	28,6	1,1	0,4	1,3	1,9	3,2	1,0	1,1	1,9	3,2	1,0	1,1	1,1	1,9	3,2	1,0	1,1	1,1	1,9	3,2	1,0	1,1	1,1	1,9	3,2	1,0														
d. pontrács	29,7	30,1	33,0	38,1	36,2	-0,3	0,1	3,0	8,1	6,2	-1,1	0,3	10,0	27,0	20,7	1,1	0,5	1,0	2,0	2,7	1,1	0,5	1,0	2,0	1,1	1,1	0,5	1,0	2,0	1,1	1,1	0,5	1,0	2,0	1,1	1,1	0,5	1,0	2,0	1,1														
pontrács	49,4	49,7	49,3	54,0	55,5	-0,6	-0,3	-0,7	4,0	5,3	-1,1	-0,6	-1,5	8,0	11,1	0,8	0,9	1,6	4,0	7,1	0,8	0,8	1,6	4,0	0,8	0,8	0,8	1,6	4,0	0,8	0,8	0,8	1,6	4,0	0,8																			
d. pontrács	49,8	50,2	50,2	54,8	56,3	-0,2	0,2	0,2	4,8	6,3	-0,4	0,4	0,4	9,6	12,7	0,9	1,0	1,2	2,4	4,1	0,7	0,8	1,2	2,4	0,7	0,7	0,8	1,2	2,4	0,7	0,7	0,8	1,2	2,4	0,7																			
pontrács	69,4	69,9	68,8	74,6	78,6	-0,6	-0,1	-1,2	4,8	8,6	-0,9	-0,2	-1,7	6,6	12,3	0,3	1,1	0,6	3,4	6,2	0,4	0,4	0,6	3,4	0,4	0,4	0,4	0,6	3,4	0,4	0,4	0,4	0,6	3,4	0,4																			
d. pontrács	69,8	69,0	73,6	76,6	76,6	-0,2	-1,0	-3,6	6,6	6,6	-0,3	-0,3	-1,5	5,1	9,4	0,6	0,7	0,2	2,4	4,1	0,2	0,2	0,2	2,4	0,2	0,2	0,2	0,2	2,4	0,2	0,2	0,2	0,2	2,4	0,2																			
pontrács	84,6	84,9	85,5	85,1	85,9	-0,4	-0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,4	0,3	1,3	3,1	3,6	0,2	0,3	1,3	3,1	0,2	0,2	0,3	1,3	3,1	0,2	0,2	0,3	1,3	3,1	0,2																			
d. pontrács	84,8	84,8	84,7	82,9	81,1	-0,2	-0,2	-0,3	-2,1	-3,9	-0,3	-0,3	-0,3	-2,3	-4,6	-0,2	-0,2	-0,3	0,8	2,0	3,9	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1																		







29. melléklet Párhuzamos transzekt módszerrel adott becslések paraméterei kukorica esetében

Tábla- méret	Kár- eloszlás	Kár- arány	Átlag	bias	PRB	SE	MSE
3 ha	Random	10%	9,9	-0,1	-0,9	0,3	0,1
		30%	29,9	-0,1	-0,2	0,2	0,1
		50%	49,9	-0,1	-0,2	0,3	0,1
		70%	70,4	0,4	0,6	0,5	0,4
		85%	84,9	-0,1	-0,1	0,2	0,0
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	11,8	1,8	18,2	0,5	3,5
		30%	34,4	4,4	14,8	0,2	19,8
		50%	56,3	6,3	12,5	0,1	39,3
		70%	75,1	5,1	7,3	0,4	25,9
		85%	81,8	-3,2	-3,8	0,1	10,4
	1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	10%	10,3	0,3	3,1	0,3	0,2
		30%	31,0	1,0	3,4	0,2	1,1
		50%	50,7	0,7	1,4	0,2	0,5
		70%	70,5	0,5	0,7	0,4	0,4
		85%	85,3	0,3	0,4	0,3	0,2
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	10,7	0,7	7,0	0,3	0,6
		30%	32,3	2,3	7,7	0,3	5,4
		50%	53,9	3,9	7,9	0,3	15,6
		70%	72,3	2,3	3,3	0,3	5,4
		85%	86,9	1,9	2,3	0,3	3,7
10 ha	Random	10%	10,1	0,1	0,9	0,2	0,0
		30%	30,0	0,0	-0,1	0,3	0,1
		50%	49,9	-0,1	-0,3	0,3	0,1
		70%	69,9	-0,1	-0,1	0,5	0,2
		85%	84,9	-0,1	-0,1	0,4	0,2
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	11,4	1,4	14,3	0,2	2,1
		30%	34,1	4,1	13,5	0,1	16,5
		50%	56,1	6,1	12,3	0,6	38,0
		70%	74,9	4,9	7,0	0,4	24,1
		85%	81,9	-3,1	-3,6	0,3	9,5
	1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	10%	10,4	0,4	4,5	0,2	0,2
		30%	31,2	1,2	4,1	0,3	1,6
		50%	50,8	0,8	1,7	0,3	0,8
		70%	70,1	0,1	0,2	0,2	0,0
		85%	85,1	0,1	0,1	0,2	0,0
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	10,6	0,6	6,0	0,3	0,4
		30%	31,9	1,9	6,5	0,5	4,0
		50%	53,6	3,6	7,1	0,3	12,8
		70%	72,2	2,2	3,1	0,4	4,9
		85%	86,6	1,6	1,8	0,3	2,5
30 ha	Random	10%	10,1	0,1	0,6	0,1	0,0
		30%	29,9	-0,1	-0,5	0,3	0,1
		50%	49,9	-0,1	-0,1	0,2	0,0
		70%	70,0	0,0	0,0	0,3	0,1
		85%	85,1	0,1	0,1	0,1	0,0
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	11,5	1,5	14,9	0,1	2,2
		30%	34,3	4,3	14,2	0,2	18,2
		50%	49,9	-0,1	-0,1	0,1	0,0
		70%	68,6	-1,4	-2,0	0,4	2,1
		85%	85,7	0,7	0,8	0,3	0,5
	1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	10%	10,4	0,4	3,6	0,1	0,1
		30%	30,5	0,5	1,5	0,1	0,2
		50%	50,2	0,2	0,4	0,2	0,1
		70%	70,2	0,2	0,2	0,1	0,0
		85%	85,1	0,1	0,1	0,1	0,0
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	10,9	0,9	9,1	0,1	0,8
		30%	32,7	2,7	9,1	0,2	7,4
		50%	53,5	3,5	7,0	0,2	12,2
		70%	70,9	0,9	1,3	0,2	0,9
		85%	84,5	-0,5	-0,6	0,1	0,3
60 ha	Random	10%	10,1	0,1	0,8	0,1	0,0
		30%	30,0	0,0	0,1	0,1	0,0
		50%	50,0	0,0	-0,1	0,2	0,0
		70%	70,0	0,0	0,1	0,1	0,0
		85%	84,9	-0,1	-0,1	0,1	0,0
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	12,3	2,3	23,2	0,1	5,4
		30%	35,7	5,7	19,0	0,1	32,6
		50%	51,2	1,2	2,4	0,2	1,5
		70%	69,3	-0,7	-1,0	0,2	0,5
		85%	83,5	-1,5	-1,7	0,1	2,2
	1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő	10%	10,6	0,6	5,6	0,1	0,3
		30%	30,6	0,6	2,1	0,1	0,4
		50%	50,3	0,3	0,5	0,2	0,1
		70%	70,3	0,3	0,5	0,1	0,1
		85%	85,1	0,1	0,2	0,1	0,0
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	11,5	1,5	15,5	0,1	2,4
		30%	34,5	4,5	15,1	0,1	20,6
		50%	53,9	3,9	7,8	0,2	15,3
		70%	70,8	0,8	1,1	0,1	0,6
		85%	85,4	0,4	0,4	0,1	0,1

negatív bias (teljes cella = -13,5)  
 negatív PRB (teljes cella = -66,6)  
 SE (teljes cella = 7,1)

pozitív bias (teljes cella = 13,5)  
 pozitív PRB (teljes cella = 66,6)  
 MSE (teljes cella = 93,8)

30. melléklet A bias, a PRB, az SE, valamint az MSE legjobb és leggyengébb értékeit adó becslések 3 ha-os kukoricatábla esetében

Káreloszlás	Kár- arány	Érték	bias; PRB				SE				MSE					
			bias érték	PRB érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	
Random	10%	legjobb	0,0	0,1	d. pontrács	-	20 × 20	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	0,9	8,7	mintateres	V	10	5,2	pontrács	-	80 × 80	21,9	pontrács	-	80 × 80	
	30%	legjobb	0,0	-0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,2	transzekt	-	-	0,1	transzekt	-	-	
		leggyengébb	1,7	5,7	mintateres	V	10	6,5	pontrács	-	80 × 80	36,7	pontrács	-	80 × 80	
	50%	legjobb	-0,1	-0,2	transzekt	-	-	0,1	mintateres	V	25	0,0	mintateres	V	25	
		leggyengébb	-2,0	-4,0	d. pontrács	-	80 × 80	4,4	d. pontrács	-	80 × 80	19,6	d. pontrács	-	80 × 80	
	70%	legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,4	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	2,8	4,0	d. pontrács	-	80 × 80	3,8	d. pontrács	-	40 × 40	16,5	d. pontrács	-	80 × 80	
	85%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	W	10	0,2	transzekt	-	-	0,0	transzekt	-	-	
		leggyengébb	-2,6	-3,1	pontrács	-	80 × 80	4,0	pontrács	-	80 × 80	20,1	pontrács	-	80 × 80	
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	0,1	mintateres	V	20	0,3	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	mintateres	V	30
			leggyengébb	6,7	66,6	d. pontrács	-	80 × 80	50,0	pontrács	-	80 × 80	50,3	pontrács	-	80 × 80
30%		legjobb	-0,1	-0,3	mintateres	V	25	0,2	transzekt	-	-	0,4	mintateres	X	30	
		leggyengébb	13,5	45,1	pontrács	-	80 × 80	3,1	pontrács	-	80 × 80	191,2	pontrács	-	80 × 80	
50%		legjobb	0,0	-0,1	mintateres	V	20	0,1	transzekt	-	-	0,2	mintateres	W	20	
		leggyengébb	6,3	12,5	transzekt	-	-	3,3	pontrács	-	40 × 40	39,3	transzekt	-	-	
70%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	X	20	0,4	mintateres	V	25	0,4	mintateres	X	20	
		leggyengébb	5,1	7,3	transzekt	-	-	6,4	pontrács	-	80 × 80	53,5	pontrács	-	80 × 80	
85%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	V	15	0,1	transzekt	-	-	0,1	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-3,3	-3,9	d. pontrács	-	20 × 20	4,6	pontrács	-	80 × 80	18,3	pontrács	-	80 × 80	
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő		10%	legjobb	0,0	-0,1	mintateres	W	10	0,3	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	d. pontrács	-	10 × 10
			leggyengébb	3,7	37,0	pontrács	-	40 × 40	3,9	d. pontrács	-	80 × 80	16,6	pontrács	-	40 × 40
	30%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	10 × 10	0,2	transzekt	-	-	0,1	pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	9,5	31,7	pontrács	-	40 × 40	3,2	pontrács	-	80 × 80	93,2	pontrács	-	40 × 40	
	50%	legjobb	0,0	-0,1	mintateres	X	15	0,2	transzekt	-	-	0,5	transzekt	-	-	
		leggyengébb	6,3	12,7	d. pontrács	-	80 × 80	7,1	pontrács	-	80 × 80	70,5	pontrács	-	80 × 80	
	70%	legjobb	-0,1	-0,2	pontrács	-	10 × 10	0,2	d. pontrács	-	20 × 20	0,3	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	8,6	12,3	pontrács	-	80 × 80	6,2	pontrács	-	80 × 80	105,4	pontrács	-	80 × 80	
	85%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	W	20	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-3,9	-4,6	d. pontrács	-	80 × 80	3,9	d. pontrács	-	80 × 80	27,8	d. pontrács	-	80 × 80	
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	X	25	0,3	pontrács	-	5 × 5	0,2	d. pontrács	-	10 × 10
			leggyengébb	2,7	27,0	d. pontrács	-	80 × 80	3,2	pontrács	-	80 × 80	15,1	d. pontrács	-	80 × 80
30%		legjobb	0,2	0,7	mintateres	X	25	0,3	d. pontrács	-	20 × 20	0,6	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	8,6	28,8	pontrács	-	80 × 80	5,6	d. pontrács	-	80 × 80	93,8	pontrács	-	80 × 80	
50%		legjobb	-0,1	-0,1	mintateres	X	25	0,3	transzekt	-	-	0,8	mintateres	X	25	
		leggyengébb	12,2	24,5	pontrács	-	80 × 80	4,8	d. pontrács	-	80 × 80	158,5	pontrács	-	80 × 80	
70%		legjobb	-0,1	-0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,2	pontrács	-	5 × 5	0,3	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	8,0	11,4	d. pontrács	-	80 × 80	3,2	pontrács	-	20 × 20	67,2	d. pontrács	-	80 × 80	
85%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	V	15	0,3	transzekt	-	-	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	3,7	4,3	d. pontrács	-	80 × 80	3,6	pontrács	-	80 × 80	22,9	d. pontrács	-	80 × 80	

31. melléklet A bias, a PRB, az SE, valamint az MSE legjobb és leggyengébb értékeit adó becslések 10 ha-os kukoricatábla esetében

Káreloszlás	Kár- arány	Érték	bias; PRB				SE				MSE					
			bias érték	PRB érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	
Random	10%	legjobb	0,0	0,2	d. pontrács	-	20 × 20	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-1,7	-16,8	pontrács	-	80 × 80	2,3	pontrács	-	80 × 80	7,2	pontrács	-	80 × 80	
	30%	legjobb	0,0	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	2,8	9,4	d. pontrács	-	80 × 80	6,7	pontrács	-	80 × 80	36,4	pontrács	-	80 × 80	
	50%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	V	10	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-1,6	-3,3	pontrács	-	80 × 80	4,1	pontrács	-	80 × 80	16,0	pontrács	-	80 × 80	
	70%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	W	15	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	1,8	2,5	d. pontrács	-	40 × 40	1,9	mintateres	X	15	5,1	mintateres	X	15	
	85%	legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	pontrács	-	10 × 10	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-1,4	-1,7	pontrács	-	80 × 80	4,2	pontrács	-	80 × 80	15,9	pontrács	-	80 × 80	
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	-0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	-2,5	-25,1	mintateres	X	15	2,1	pontrács	-	80 × 80	7,6	d. pontrács	-	80 × 80
30%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	V	20	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	5,3	17,5	pontrács	-	40 × 40	4,1	pontrács	-	80 × 80	32,5	d. pontrács	-	80 × 80	
50%		legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,4	d. pontrács	-	20 × 20	0,2	d. pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	6,1	12,3	transzekt	-	-	2,5	pontrács	-	80 × 80	38,0	transzekt	-	-	
70%		legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	20 × 20	0,2	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-7,2	-10,3	pontrács	-	80 × 80	3,0	d. pontrács	-	80 × 80	55,5	d. pontrács	-	80 × 80	
85%		legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,2	mintateres	V	25	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-6,8	-8,0	pontrács	-	80 × 80	2,9	pontrács	-	80 × 80	52,8	pontrács	-	80 × 80	
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő		10%	legjobb	0,0	0,1	pontrács	-	80 × 80	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	1,8	18,1	pontrács	-	40 × 40	2,8	pontrács	-	80 × 80	6,4	pontrács	-	80 × 80
	30%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	10 × 10	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	4,6	15,4	pontrács	-	40 × 40	3,0	pontrács	-	80 × 80	22,1	pontrács	-	40 × 40	
	50%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	V	15	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-4,3	-8,7	pontrács	-	80 × 80	2,7	pontrács	-	80 × 80	24,7	pontrács	-	80 × 80	
	70%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	X	30	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-5,7	-8,2	pontrács	-	80 × 80	1,9	mintateres	X	10	33,5	pontrács	-	80 × 80	
	85%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	10 × 10	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-5,1	-6,0	d. pontrács	-	80 × 80	2,8	d. pontrács	-	80 × 80	32,5	d. pontrács	-	80 × 80	
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	2,4	23,6	mintateres	V	10	2,5	pontrács	-	40 × 40	6,5	mintateres	V	10
30%		legjobb	0,0	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	4,0	13,3	pontrács	-	40 × 40	5,1	pontrács	-	80 × 80	20,5	pontrács	-	80 × 80	
50%		legjobb	0,0	-0,1	pontrács	-	5 × 5	0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-5,7	-11,4	mintateres	X	15	2,3	mintateres	V	10	33,4	mintateres	X	15	
70%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	X	25	0,3	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-4,0	-5,7	mintateres	X	15	3,0	d. pontrács	-	80 × 80	16,9	mintateres	X	15	
85%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	X	25	0,2	pontrács	-	10 × 10	0,0	pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-4,5	-5,3	pontrács	-	80 × 80	3,6	d. pontrács	-	80 × 80	23,4	pontrács	-	80 × 80	



32. melléklet A bias, a PRB, az SE, valamint az MSE legjobb és leggyengébb értékeit adó becslések 30 ha-os kukoricatábla esetében

Káreloszlás	Kár- arány	Érték	bias; PRB				SE				MSE					
			bias érték	PRB érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	
Random	10%	legjobb	0,0	-0,1	mintateres	W	10	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-1,2	-11,6	pontrács	-	80 × 80	2,1	pontrács	-	80 × 80	4,9	pontrács	-	80 × 80	
	30%	legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,0	3,3	mintateres	X	30	2,7	mintateres	W	15	6,6	pontrács	-	80 × 80	
	50%	legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	40 × 40	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,7	3,3	mintateres	X	10	3,1	mintateres	W	10	8,1	mintateres	W	10	
	70%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	X	25	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	0,9	1,3	mintateres	W	15	2,1	mintateres	V	10	4,2	mintateres	V	10	
	85%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	X	15	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,9	2,2	mintateres	V	10	1,8	mintateres	V	10	6,3	mintateres	V	10	
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	10 × 10	0,0	pontrács	-	10 × 10
			leggyengébb	-2,3	-23,1	pontrács	-	80 × 80	1,7	mintateres	W	10	5,9	pontrács	-	80 × 80
30%		legjobb	0,0	-0,1	mintateres	X	30	0,1	d. pontrács	-	20 × 20	0,1	mintateres	V	30	
		leggyengébb	-4,5	-14,9	d. pontrács	-	80 × 80	1,5	pontrács	-	80 × 80	20,4	d. pontrács	-	80 × 80	
50%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	V	20	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-1,9	-3,9	pontrács	-	40 × 40	2,5	d. pontrács	-	80 × 80	5,4	d. pontrács	-	80 × 80	
70%		legjobb	-0,1	-0,1	pontrács	-	40 × 40	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	2,5	3,5	pontrács	-	80 × 80	2,4	mintateres	X	10	7,2	pontrács	-	80 × 80	
85%		legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-2,0	-2,4	mintateres	W	25	1,5	mintateres	V	10	4,4	mintateres	W	25	
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő		10%	legjobb	0,0	-0,1	pontrács	-	5 × 5	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	3,4	33,7	mintateres	X	20	1,2	mintateres	W	15	11,8	mintateres	X	20
	30%	legjobb	-0,1	-0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-5,5	-18,4	pontrács	-	80 × 80	2,0	mintateres	X	10	32,7	pontrács	-	80 × 80	
	50%	legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	3,8	7,5	mintateres	X	10	2,0	mintateres	W	15	14,9	mintateres	X	10	
	70%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,4	2,0	mintateres	X	20	2,8	pontrács	-	80 × 80	6,7	pontrács	-	80 × 80	
	85%	legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,6	1,9	pontrács	-	80 × 80	1,8	d. pontrács	-	80 × 80	4,0	pontrács	-	80 × 80	
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	0,3	mintateres	X	20	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	1,8	17,8	mintateres	W	25	1,5	mintateres	W	10	3,4	mintateres	W	25
30%		legjobb	0,0	-0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	4,4	14,7	mintateres	W	25	2,6	mintateres	V	10	22,7	pontrács	-	80 × 80	
50%		legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,2	transzekt	-	-	0,1	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	6,4	12,7	mintateres	W	25	2,4	mintateres	W	10	41,0	mintateres	W	25	
70%		legjobb	0,1	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	4,7	6,7	mintateres	V	15	1,8	mintateres	W	10	23,5	mintateres	V	15	
85%		legjobb	0,0	0,0	mintateres	W	25	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	4,2	4,9	mintateres	V	15	1,8	mintateres	V	15	20,2	mintateres	V	15	

33. melléklet A bias, a PRB, az SE, valamint az MSE legjobb és leggyengébb értékeit adó becslések 60 ha-os kukoricatábla esetében

Káreloszlás	Kár- arány	Érték	bias; PRB					SE				MSE				
			bias érték	PRB érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	érték	módszer	út- vonal	minta- nagyság	
Random	10%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	0,8	7,5	mintateres	V	15	1,5	pontrács	-	80 × 80	2,1	mintateres	V	15	
	30%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,7	5,8	mintateres	W	10	2,6	mintateres	X	10	5,6	mintateres	X	10	
	50%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-1,2	-2,4	mintateres	V	15	2,2	mintateres	X	10	4,3	mintateres	V	15	
	70%	legjobb	0,0	0,0	mintateres	W	10	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,2	1,7	mintateres	W	15	2,6	mintateres	X	10	6,6	mintateres	X	10	
	85%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	10 × 10	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-0,7	-0,8	mintateres	X	30	2,5	mintateres	W	10	5,1	mintateres	W	10	
	1 hosszanti szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	-0,2	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	2,3	23,2	transzekt	-	-	1,5	mintateres	V	10	5,4	transzekt	-	-
30%		legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	5,7	19,0	transzekt	-	-	1,8	mintateres	X	25	32,6	transzekt	-	-	
50%		legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,1	pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-4,1	-8,2	mintateres	V	10	2,4	mintateres	V	15	19,8	mintateres	W	10	
70%		legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,1	pontrács	-	10 × 10	0,0	pontrács	-	10 × 10	
		leggyengébb	-3,8	-5,4	mintateres	V	20	1,9	mintateres	X	10	14,6	mintateres	V	20	
85%		legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	10 × 10	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-4,5	-5,3	mintateres	X	10	1,8	mintateres	W	10	20,6	mintateres	X	10	
1 rövid oldali szegélyben sűrűsödő		10%	legjobb	0,0	-0,3	pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	3,3	33,2	mintateres	X	30	0,9	mintateres	X	10	11,3	mintateres	X	30
	30%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	20 × 20	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	3,9	12,9	mintateres	X	25	1,5	mintateres	V	15	15,0	mintateres	X	25	
	50%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	2,5	5,0	mintateres	X	10	4,6	pontrács	-	80 × 80	21,0	pontrács	-	80 × 80	
	70%	legjobb	0,0	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	1,1	1,6	mintateres	X	10	2,7	mintateres	W	10	6,8	mintateres	W	10	
	85%	legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	-1,0	-1,1	mintateres	V	25	1,6	pontrács	-	80 × 80	2,6	pontrács	-	80 × 80	
	2 szegélyben sűrűsödő	10%	legjobb	0,0	-0,3	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5
			leggyengébb	2,7	27,2	mintateres	W	25	1,4	mintateres	W	15	7,9	mintateres	W	25
30%		legjobb	0,0	0,1	d. pontrács	-	80 × 80	0,1	pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	8,0	26,7	mintateres	W	25	2,7	mintateres	W	10	65,0	mintateres	W	25	
50%		legjobb	0,0	0,1	d. pontrács	-	40 × 40	0,1	d. pontrács	-	10 × 10	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	7,1	14,2	mintateres	W	25	2,8	mintateres	W	10	51,5	mintateres	W	25	
70%		legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,1	transzekt	-	-	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	4,8	6,8	mintateres	W	25	2,3	pontrács	-	80 × 80	23,0	mintateres	W	25	
85%		legjobb	0,0	0,0	pontrács	-	5 × 5	0,1	d. pontrács	-	5 × 5	0,0	d. pontrács	-	5 × 5	
		leggyengébb	2,4	2,8	mintateres	V	25	1,8	pontrács	-	80 × 80	6,6	mintateres	V	25	





36. melléklet Az 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátokkal adott becslések paramétereit a búza esetében

Károsítás	Kárarány	Mintavételi utvonál	Paraméter / mintaelemszám (db)																												
			Átlag					bias					PRB					SE					MSE								
			10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30				
Random	10%	V	9,9	10,4	10,1	10,1	10,2	0,1	0,1	0,2	-0,5	4,1	1,2	1,0	1,6	0,3	0,0	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		W	9,8	9,9	10,0	10,1	9,9	0,2	0,1	-0,1	-2,3	-0,6	-0,4	1,5	-0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		X	10,2	9,9	10,2	10,0	10,2	0,2	0,0	0,2	1,5	-1,4	1,3	0,4	1,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
	30%	V	30,2	30,0	30,2	30,1	30,1	0,2	0,0	0,1	0,5	-0,1	0,6	0,4	0,3	0,8	0,5	0,7	0,7	0,6	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		W	30,1	30,2	29,9	29,9	30,1	0,2	-0,1	-0,1	0,3	0,6	-0,5	-0,4	-0,4	0,3	0,6	0,4	0,4	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
		X	30,5	30,1	30,3	29,7	30,1	0,5	0,1	0,1	1,8	0,4	1,0	-0,4	1,0	0,4	0,7	0,4	0,7	0,4	0,4	0,8	0,1	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
	50%	V	50,1	49,5	50,1	49,9	49,5	0,1	-0,5	0,1	-1,0	0,2	-1,0	0,1	-1,0	0,7	0,6	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
		W	49,9	50,1	50,1	49,8	50,0	-0,1	0,1	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		X	49,9	49,5	50,2	49,7	49,7	-0,5	0,2	-0,5	-1,1	0,4	-0,6	-0,6	-0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
	70%	V	69,5	69,9	69,9	70,2	69,9	-0,5	-0,1	-0,1	-0,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		W	69,7	69,8	69,9	70,2	70,0	-0,3	-0,2	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
		X	70,3	69,5	70,2	70,0	69,7	0,2	0,0	0,0	-0,3	0,5	-0,7	0,1	0,0	-0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
	1 szegélyben sűrűsödő	10%	V	8,9	9,6	8,9	9,6	9,5	-1,1	-0,4	-1,1	-0,4	-3,6	-11,0	-4,4	-5,4	1,0	0,3	1,4	1,1	1,3	0,9	1,3	1,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
			W	8,7	9,7	8,7	9,6	9,3	-1,3	-0,3	-1,3	-0,3	-3,1	-12,5	-3,6	-7,5	0,4	1,3	0,2	0,2	1,1	1,8	1,5	1,6	0,3	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
			X	8,6	10,6	11,8	10,2	10,6	1,8	0,6	1,8	0,6	6,2	17,8	1,7	6,0	0,6	0,4	0,6	0,6	0,5	2,3	3,4	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
30%		V	25,6	29,0	25,7	28,7	28,1	-4,4	-1,0	-4,3	-1,5	-1,9	-14,2	-4,2	-6,3	0,3	3,2	0,6	4,2	3,2	19,1	9,3	18,5	9,5	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	
		W	26,0	29,4	25,8	29,3	28,2	-4,0	-0,6	-4,2	-0,1	-1,8	-13,5	-1,9	-14,0	2,1	6,1	0,5	3,5	0,4	1,1	16,6	9,9	17,8	1,8	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	
		X	25,7	32,0	34,8	30,6	32,0	4,8	2,0	4,8	2,0	14,4	6,6	16,0	2,0	6,5	1,2	0,9	0,4	1,8	0,7	19,9	4,5	23,2	2,9	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	
50%		V	47,4	49,4	47,1	49,1	48,5	-2,6	-0,6	-2,9	-0,9	-1,5	-5,2	-1,2	-5,9	0,5	2,0	0,3	3,3	2,1	6,9	3,7	8,7	7,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	
		W	46,6	49,5	46,8	49,1	48,4	-3,4	-0,5	-3,2	-0,5	-1,6	-6,8	-1,0	-6,1	0,4	2,7	0,5	0,5	0,5	2,2	11,7	6,0	10,3	1,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	
		X	46,6	51,2	53,2	50,5	51,2	3,4	1,2	3,2	0,5	1,2	-6,7	2,4	6,5	1,0	2,3	1,3	1,4	0,6	1,5	0,9	12,7	2,9	10,8	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
70%		V	68,1	69,8	68,0	69,5	69,0	-1,9	-0,2	-2,0	-0,5	-1,0	-2,6	-0,3	-2,9	0,7	0,2	0,2	0,2	1,1	2,2	1,7	5,0	1,3	4,9	4,0	3,3	3,3	3,3	3,3	
		W	68,1	70,1	68,5	70,0	69,6	-1,9	0,1	-1,5	0,0	-0,4	-2,7	0,2	-2,1	0,0	0,6	0,4	1,7	0,6	0,6	1,2	3,6	2,4	2,6	0,1	1,3	1,3	1,3	1,3	
		X	67,8	70,7	72,0	70,6	71,0	2,2	0,7	2,0	0,6	1,0	-3,1	1,1	2,8	0,9	1,4	0,3	0,8	0,4	1,1	0,7	4,8	1,1	4,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
10%		V	9,5	10,9	10,4	10,4	10,4	-0,5	0,9	0,4	0,3	0,7	-4,8	8,8	3,9	3,8	6,7	0,2	0,6	0,2	1,0	0,3	1,0	0,2	1,0	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	
		W	9,1	10,5	10,2	10,4	10,4	-0,9	0,5	0,3	0,4	0,4	-9,3	4,7	1,3	3,0	4,2	0,6	1,0	0,2	0,5	1,2	1,0	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
		X	9,3	9,8	11,3	10,0	9,8	-0,7	-0,2	1,3	0,0	-0,2	-6,8	-1,9	2,5	-0,2	-2,1	0,2	0,5	0,4	0,6	0,1	0,5	0,2	1,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
30%	V	28,0	32,0	31,1	31,1	31,5	-2,0	2,0	1,1	1,1	1,5	-6,8	6,7	3,7	4,9	0,6	2,3	0,4	3,1	2,1	4,4	1,4	9,1	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7		
	W	27,5	32,2	31,0	31,4	31,4	-2,5	2,2	1,0	1,4	1,4	-8,2	7,3	3,4	4,7	4,6	0,8	2,2	0,5	1,0	2,1	6,7	8,7	1,2	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8		
	X	27,8	29,1	33,8	29,6	29,5	-2,2	-0,9	3,8	-0,1	-0,5	-7,2	-3,1	2,1	-1,7	0,5	0,9	0,2	1,1	0,6	4,9	1,5	14,6	2,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6		
50%	V	47,5	52,2	51,1	51,4	51,6	-2,5	2,2	1,1	1,4	1,6	-5,0	4,4	2,1	2,2	3,1	0,4	2,6	0,4	3,8	2,8	6,4	10,5	1,3	13,5	8,5	8,5	8,5	8,5		
	W	47,1	52,6	51,1	51,7	51,3	-2,9	2,6	1,1	1,7	1,3	-5,7	5,1	2,1	3,5	2,7	0,8	2,1	0,5	1,0	2,3	8,7	10,2	1,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1		
	X	46,7	49,2	54,2	49,5	49,5	-3,3	-0,8	3,1	-0,5	-0,5	-6,6	-1,5	8,1	-0,1	-1,1	0,8	0,9	0,3	1,0	0,6	11,3	1,3	17,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		
70%	V	68,1	71,5	70,6	70,5	70,8	-1,9	1,5	0,6	0,3	0,8	-2,8	2,2	0,9	0,8	1,2	0,8	1,6	0,5	2,4	1,7	4,3	4,5	0,6	4,8	3,0	3,0	3,0	3,0		
	W	68,0	71,6	70,8	71,1	71,1	-2,0	1,6	0,8	1,1	1,1	-2,8	2,2	1,3	1,6	0,8	1,4	0,5	0,8	1,3	4,4	4,1	0,9	1,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7		
	X	68,2	69,6	72,5	69,8	69,7	-1,8	-0,4	2,3	-0,2	-0,3	-2,6	-0,5	3,6	-0,4	0,7	0,5	0,3	1,2	0,6	3,6	0,3	6,5	0,3	6,5	1,2	1,2	1,2	1,2		



37. melléklet A bias, a PRB, az SE, valamint az MSE legjobb és leggyengébb értékeit adó becslések a búza esetében

Káreloszlás	Kár-arány	Érték	bias; PRB				SE				MSE				
			érték	egység	út-vonal	szám	érték	egység	út-vonal	szám	érték	egység	út-vonal	szám	
Random	10%	legjobb	0,0	-0,1	1 m sorszakasz	W	30	0,1	1 m <sup>2</sup> kvadrát	W	30	0,0	1 m <sup>2</sup> kvadrát	W	30
		leggyengébb	-0,6	-6,1	1 m sorszakasz	V	10	1,6	1 m sorszakasz	V	15	2,2	1 m sorszakasz	V	15
	30%	legjobb	0,0	0,0	10 m sorszakasz	X	30	0,2	10 m sorszakasz	V	30	0,1	10 m sorszakasz	X	30
		leggyengébb	-1,6	-5,4	1 m sorszakasz	V	15	3,3	1 m sorszakasz	X	10	8,7	1 m sorszakasz	X	10
1	50%	legjobb	0,0	0,0	10 m sorszakasz	V	25	0,2	1 m sorszakasz	X	30	0,1	1 m <sup>2</sup> kvadrát	W	30
		leggyengébb	-1,4	-2,8	1 m sorszakasz	W	10	2,9	1 m sorszakasz	X	10	8,6	1 m sorszakasz	X	10
	70%	legjobb	0,0	0,0	1 m sorszakasz	W	30	0,1	10 m sorszakasz	V	30	0,0	1 m <sup>2</sup> kvadrát	W	20
		leggyengébb	-1,6	-2,2	1 m sorszakasz	W	10	3,1	1 m sorszakasz	V	10	7,6	1 m sorszakasz	V	10
2	10%	legjobb	-0,2	-1,7	10 m sorszakasz	X	25	0,2	10 m sorszakasz	W	20	0,1	10 m sorszakasz	X	25
		leggyengébb	2,1	20,5	1 m sorszakasz	X	20	1,7	1 m sorszakasz	V	25	5,0	1 m sorszakasz	X	20
	30%	legjobb	0,0	0,0	1 m sorszakasz	W	25	0,1	10 m sorszakasz	W	25	0,3	10 m sorszakasz	W	25
		leggyengébb	5,1	17,0	1 m sorszakasz	X	20	4,7	1 m <sup>2</sup> kvadrát	V	25	26,4	1 m sorszakasz	X	20
szegélyben sűrűsödő	50%	legjobb	-0,4	-0,7	10 m sorszakasz	X	25	0,2	10 m sorszakasz	V	25	0,4	10 m sorszakasz	X	25
		leggyengébb	-3,5	-7,1	1 m sorszakasz	X	10	3,3	1 m <sup>2</sup> kvadrát	V	25	17,5	1 m sorszakasz	X	10
	70%	legjobb	0,0	0,0	1 m <sup>2</sup> kvadrát	W	25	0,1	10 m sorszakasz	W	25	0,0	10 m sorszakasz	W	25
		leggyengébb	-2,8	-4,0	1 m sorszakasz	X	10	2,2	1 m <sup>2</sup> kvadrát	V	25	9,5	1 m sorszakasz	X	10
2	10%	legjobb	0,0	-0,1	10 m sorszakasz	V	25	0,1	10 m sorszakasz	V	20	0,0	10 m sorszakasz	V	20
		leggyengébb	1,8	17,6	1 m sorszakasz	V	30	1,6	1 m sorszakasz	V	25	4,0	1 m sorszakasz	W	15
	30%	legjobb	-0,2	-0,8	10 m sorszakasz	X	30	0,1	10 m sorszakasz	W	25	0,1	10 m sorszakasz	V	25
		leggyengébb	5,1	16,9	1 m sorszakasz	V	15	3,1	1 m <sup>2</sup> kvadrát	V	25	26,9	1 m sorszakasz	V	15
szegélyben sűrűsödő	50%	legjobb	0,0	0,1	1 m sorszakasz	X	15	0,1	10 m sorszakasz	V	30	0,0	10 m sorszakasz	X	30
		leggyengébb	5,8	11,6	1 m sorszakasz	V	30	3,8	1 m <sup>2</sup> kvadrát	V	25	34,1	1 m sorszakasz	V	30
	70%	legjobb	0,1	0,1	10 m sorszakasz	V	25	0,2	1 m sorszakasz	X	15	0,1	10 m sorszakasz	V	25
		leggyengébb	3,4	4,8	1 m sorszakasz	V	30	2,7	1 m sorszakasz	W	10	13,5	1 m sorszakasz	W	15

## 9. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Prof. Dr. Csányi Sándornak és Dr. Bleier Norbertnek, hogy vállalták a doktori értekezésem elkészítéséhez kapcsolódó témavezetői feladatok ellátását és tanulmányaim ideje alatt szakmai segítséget nyújtottak számomra.

Hálás köszönettel tartozom Dr. Schally Gergelynek sokrétű segítségéért, a térinformatikai és statisztikai módszerek alkalmazásában szerzett tapasztalatai átadásáért, valamint az értekezés előzményeként szolgáló diplomadolgozatom társ-témavezetéséért.

Szintén nagy köszönet illeti Dr. Tóth Bálintot és Tóthné Bárdy Nórát baráti támogatásukért, valamint a jelen értekezés előzményeként szolgáló Tudományos Diákköri tevékenységem során, ill. a terepi munkák végrehajtásakor nyújtott, nélkülözhetetlen segítségükért, továbbá Dr. Tóth Bálintot az értekezés elkészítése során nyújtott segítségéért.

A terepi munkák elvégzéshez hozzájárult Arnold Boglárka, Bencze Dezső, Dikasz Tamás, Heidrich Márk és Dr. Pajor Ferenc, amiért őket is köszönet illeti.

Köszönettel tartozom a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Prof. Dr. Mézes Miklós által vezetett Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskolájának a kutatási témám befogadásáért és a munkám támogatásáért, továbbá a korábbi Szent István Egyetem Vadvilág Megőrzési Intézetének (jelenleg MATE Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék), amely helyszínt és erőforrásokat biztosított a vizsgálatokhoz.

Köszönök minden segítséget a MATE Doktori és Habilitációs Központ munkatársainak, valamint a korábbi SZIE Vadvilág Megőrzési Intézetében (jelenleg MATE Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék) dolgozó oktatóimnak és volt kollégáimnak.

Az értekezés korábbi kéziratának bírálataért, észrevételeikért és javaslataikért köszönettel tartozom Dr. Jánoska Ferencnek és Dr. Szendrei Lászlónak.

Doktori tanulmányaim és az itt bemutatott munkám során támogatott az Emberi Erőforrások Minisztériuma a Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj (NTP-NFTÖ-16-0523) programon és a Kutató Kari Kiválóság Támogatáson (9878-3/2016/FEKUT) keresztül, valamint a Gemenc Zrt. Dr. Egyed István Alapítványa a Dr. Egyed István Díjon keresztül, továbbá a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ a Nemzeti Agrártehetség Program Kitüntetés útján.