



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar

Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

ZÓNAKIALAKÍTÁSI MÓDSZEREK HATÁSA A KUKORICA TERMÉSHOZAMRA, ÉS A TERMESZTÉS EREDMÉNYESSÉGÉRE



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Keresztes Zsolt

Szaktervezési szám: SZD21040709417527

Törzskönyvi szám: T000645/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: precíziós gazdálkodási szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: Zónakialakítási módszerek hatása a kukorica terméshozamra, és a termesztés eredményességére

A dolgozat címe angolul: The effect of zone mapping methods on maize yield and cultivation efficiency

A feladat részletezése: Hazai és nemzetközi szakirodalom alapján foglalja össze a precíziós gazdálkodási technológiát, térjen ki a hagyományos és precíziós gazdálkodás összehasonlítására! Egy mintaterületen vizsgálja meg a helyspecifikus művelés hatását a termés mennyiségére, a termesztés eredményességére! Röviden mutassa be a vállalkozást és a munkaterületet, valamint a kukoricatermesztés technológiáját a hagyományos növénytermesztési rendszerben! Ismertesse a menedzsment zónák meghatározásának módszereit. Végezze el a kritikus elemzéseket a talajtulajdonságok és a műholdas cellahozam mérés alapján meghatározott kezelési zónák hatását a termesztéstechnológia eredményességére! Vizsgálatai során térjen ki a technológia váltásával járó gazdasági előnyök bemutatására pénzügyi mutatók alapján!

Intézményi konzulens neve: Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata

Külső konzulens neve: Dr. Pecze Zsuzsanna

Munkahelye: IKR Agrár Kft.

A kiadott téma elővételési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szaktervezési: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 11. 11.

P.H.

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

Verőné Dr. Wojtaszek M.

belső konzulens

Dr. Pecze Zsuzsanna

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Székesfehérvár, 2021. december 1.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS ÉS TÉMAFELVETÉS	6
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	8
2.1.	A hagyományos és precíziós gazdálkodás összehasonlítása	9
2.2.	A precíziós mezőgazdaság fogalma.....	10
2.3.	A zóna, mint a precíziós gazdálkodás legkisebb egysége.....	11
2.4.	Az adatok és azok feldolgozása, vagyis információnyerés.....	12
2.5.	Vegetációs indexek	16
2.6.	Hozamtérképezés.....	19
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER	23
3.1.	A vállalkozás bemutatása	23
3.1.1.	A malmászat	24
3.1.2.	A tézstagyártás	25
3.1.3.	Az állattenyésztés	26
3.1.4.	A növénytermesztés	27
3.2.	A mintaterület elhelyezkedése.....	28
3.3.	A mintaterület tulajdonságai.....	29
3.4.	Hagyományos kukoricatermesztés technológiája	33
3.5.	A menedzsmentzónák alapján történő kukoricatermesztés.....	35
3.6.	A menedzsmentzónák meghatározásának módszerei.....	35
3.6.1.	Hozamtérkép alapú kukoricatermesztés	36
3.6.2.	A műholdas cellahozam mérés alapján történő kukoricatermesztés	40
4.	AZ ELÉRT EREDMÉNYEK, AZOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA, ÉRTÉKELÉSE. 42	
4.1.	A 2020 évi terméseredmények a vizsgált területen	43
4.2.	A vizsgált tömb gazdasági eredményei 2020-ban	45

4.3. A 2021. évi terméseredmények a vizsgált területen	47
4.4. A vizsgált tömb gazdasági eredményei 2021-ben	53
5. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK	55
6. SUMMARY.....	58
IRODALOMJEGYZÉK	60
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	62

1. BEVEZETÉS ÉS TÉMAFELVETÉS

A Gyermelyi Vállalatcsoport növénytermesztési ágazata Komárom-Esztergom megyei központtal, azonban három megyét érintve gazdálkodik. A Vállalatcsoport Magyarország egyik meghatározó magyar tulajdonú nagyvállalata, amely felismerve a termékek horizontális integrációját alkotta meg azokat a termékeket, amelyek ma már 5 kontinensre jutnak el. Mindenki hallott már a Gyermelyi téstáról, tojásról, azonban azt, hogy a vállalatnak van növénytermesztése igazából csak ebben a szakmában jártasak ismerik jobban. Mivel a vállalati főtermékek előállításához alapanyagok is szükségesek, ezért a növénytermesztés nem tekinthető kisegítő tevékenységnek, hanem nagyon fontos szerepet tölt be az integrációban.

A növénytermesztésen belül kukorica szerepe nem elhanyagolható, sem a vetésforgóban, sem az állattenyésztés takarmányozási tevékenységében. A termés teljes mennyisége a vállalatcsoport takarmánykeverőjében kerül feldolgozásra, majd az előállított takarmány nagy részét a saját állattenyésztésben etetik meg, valamint kereskedelmi értékesítésre is kerül a tápokból.

Mivel manapság az állattenyésztés input anyagainak árai igencsak megemelkedtek, és a termelési költségek több mint 50 %-t a takarmány teszi ki, fontos hogy az alapanyagok minél költséghatékonyabban legyenek előállítva. A gyermekelyi szántóterületeken a természeti adottságok, és a termőhelyi viszonyok nem predesztinálnak kiemelkedő termésátlagokra, ezért a precíziós növénytermesztés lehet az egyik eszköze annak a célnak, hogy jó minőségű, és olcsó takarmány-alapanyagot lehessen megtermelni.

A vállalatcsoport 2012-13-ban határozott úgy, hogy a szántóföldi növénytermesztésbe bevezeti a precíziós gazdálkodást, mint módszert, és fokozatosan kiterjeszti azt a teljes vetésterületére. Kezdetben a hozam adatok gyűjtésére fektettünk hangsúlyt, majd később megkezdődött az adatok feldolgozása, a tápanyag-gazdálkodási rendszerhez való kapcsolása, és olyan trágyázási szaktanács elkészítése, amely valós, táblán belüli információkon alapult.

Vagyis 2016-tól folyamatosan a vállalat összes szántóterületére kiterjedt a differenciált tápanyag visszapótlás, kezdetben az IKR Agrár Kft. saját gyártású szuszpenziós műtrágyáival, majd 2019-től már más gyártók szilárd műtrágyáira is. Azonban itt nem állt meg a precíziós gazdálkodás elemeinek a bevezetése, és elindult egy munka a differenciált tőszámkísérletekkel 2018 tavaszától a kukorica esetében.

Mindezen munkákhoz a vállaltcsoport olyan erő- és munkagépeket vásárolt a meglévők helyett, amelyek alkalmasak voltak a hozam adatok gyűjtésére, a kijuttatási térképek fogadására, és az azokban előírt feladat elvégzésére. Azóta is fontos szempont egy-egy gépcserekor, hogy ezen elvárásoknak maradéktalanul feleljen meg az új gép. Nemcsak a „hardverek” kerültek lecserélésre, hanem az SMS szoftver alkalmazásával a feldolgozás, tárolás is megoldottá vált.

A szakirodalom, valamint a saját többéves tapasztalatok is azt mutatják, hogy a precíziós gazdálkodási technológia eredményessége a terület termőképességét mutató adatok megbízhatóságától, és gazdálkodás alapját képező menedzsment zónák meghatározásától függ. Munkám során két módszerrel előállított zónák - mint a termelési döntések alapját képező egységek - hatását vizsgáltam a kukorica termés hozamra, és a termesztés eredményességére. Az egyik vizsgált módszer hozamtérképeken és talajvizsgálatokon alapul, a másik zóna meghatározás pedig műholdas cellahozam mérésen nyugszik.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Azt a tényt, hogy a területek termőképessége eltérő, már nagyon régen felismerte az emberiség, és alkalmazkodott is ehhez. Szűkebb környezetünkben a földművesek az évszázados növénytermesztés során, az áthagyományozott megfigyeléseiket nemcsak a terület választásukban tükrözték, hanem még a területek elnevezéseiben is. Az adottságokhoz illeszkedő növénytermesztés a táblákon, a parcellákon belül azonban csak a precíziós gépek, és technológia megjelenésével vált lehetőséggé.

A mai mezőgazdaság rohamosan fejlődik, megpróbálva lépést tartani azon követelményekkel melyeket a társadalom, illetve a gazdaság többi szereplője támaszt vele szembe. Ezek a követelmények számos esetben egyértelműen megfogalmazottak (mennyiségi elvárások, minőségi paraméterek, szállítási feltételek, stb.), azonban jellemzően a társadalmi elvárások nem ennyire konkrétak, és azokat a társadalom szereplői eltérően is értelmezik. Ilyen elvárás az élelmiszer-biztonság, a fenntarthatóság, a környezetvédelem, a társadalmi és szociális támogatás stb.

A jelen nagy kihívásait (és ez nemcsak a mezőgazdaságra igaz!) talán egy régi történettel szeretném szemléltetni.

Az 1920-as években Albert Einstein egy gyakornokával készült egy vizsgáztatásra, aki átnézte a következő napi vizsgák kérdéseit, és így kiáltott fel:

- Albert! Ugyanezek a vizsgatételek voltak tavaly!
- Igen - válaszolta Einstein.
- Mi értelme ennek?
- A kérdések ugyanazok - felelte Einstein -, de a válaszok már mások!

(Internet 1., 2021.05.12.)

2.1. A hagyományos és precíziós gazdálkodás összehasonlítása

A hagyományos gazdálkodás fejlődése szinte egyidős az emberiség fejlődésével. A kezdeti időszakban a munka-intenzív gazdálkodás volt jellemző a mezőgazdaságra egészen az 1920-as évekig. Az iparszerű mezőgazdaság a produktivitás emelkedését hozta magával, és gépek, eszközök, műtrágyák, növényvédőszer, modern fajták, később hibridek, új termesztési technológiai rendszerek jelentek meg. Az 1980-as évektől az Amerikai Egyesült Államokban a hozzáférhető műholdas rendszereknek is köszönhetően nagymennyiségű adat jelent meg, és ezzel együtt az adatok elemzéséhez szükséges szoftveres háttér is kialakult, ami elindította a precíziós gazdálkodást (Erdeiné Késmárki-Gally Sz., 2020).

A hagyományos gazdálkodásban a művelés alapegysége a tábla, amelyet homogén termőhelyi egységnek feltételezünk, és azon a növénytermesztési munkákat egységesen végezzük el, azonos fajtaival, azonos növény-sűrűséggel, azonos tápanyag-utánpótlási rendszerrel, azonos gépi munkarendszerrel dolgozunk, melynek eredményeképpen átlagterméssel számolhatunk (Dobos A. Cs., 2013).

Ezzel szemben a precíziós mezőgazdaságban fontos szerepet kap a szabályozás, a folyamatok pontos mérése, a számítástechnika alkalmazása, amely a gazdálkodásnak minden szakaszában jelen van az adatgyűjtéstől, az adatfeldolgozás, a döntéshozatalon át, egészen a beavatkozásig (Dr. Láng V. - Veres Zs., 2018).

A művelés alapegysége a táblán belüli zóna lesz ebben az esetben, ezen belül tekintjük a terület homogénnek. A táblán belül differenciáltan juttatjuk ki a tápanyagokat, a vetőmagot, öntözővizet, növényvédőszert stb.

2.2. A precíziós mezőgazdaság fogalma

Az élelmiszer-biztonság és a fenntarthatóság iránti növekvő igény, a környezetvédelmi szempontok, valamint a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás a mezőgazdasági erőforrások hatékony felhasználására hívják fel a figyelmet. Ennek egyik eszköze lehet a precíziós gazdálkodás (Tey Y. S. és Brindal M., 2012).

A precíziós gazdálkodás, precíziós mezőgazdaság elterjedése az utóbbi időkben rohamosan megugrott, köszönhetően a megfelelő technikáknak, alkalmazásoknak, és az előnyök egyre szélesebb körben történő megismertetésének. Ez egy olyan rendszer, amely képes a megfelelő műveletek, a megfelelő helyen, a megfelelő módon és megfelelő időpontban történő végrehajtására (Gebbers R. és Adamchuk V., 2010).

A precíziós mezőgazdaság tágabb értelemben termőhely-specifikus, GPS-helymeghatározáson alapuló, számítástechnikai eszközökkel támogatott növénytermesztési rendszer, amelyben a térben változó talajtulajdonságok, és termőhelyi viszonyok ismeretében, a termesztett növény igényeihez alkalmazkodva, az adatok korszerű térinformatikai módszerekkel történő feldolgozásával és figyelembe vételével, helyspecifikusan tervezhetőek a szükséges agrotechnikai beavatkozások, a fenntarthatóság biztosítása, a környezet- és a termőföld védelme, valamint a jövedelmezőség érdekében (Borovics A., 2017).

Ebben az értelmezésben is megjelenik már a jövedelmezőség kérdése, hiszen a vállalkozásoknál a nyereséges gazdálkodás elengedhetetlen tényező. A gazdálkodók profitorientáltak, így elsősorban olyan újdonságokat vezetnek be, amelyek egyértelműen kimutatható jövedelemtöbbletet eredményeznek (Gaál M. et al., 2020).

A másik társadalmi szempont a környezet védelme, a termesztési folyamat környezetterhelésének csökkentése a lehetséges minimumra. Ez a két tényező a legfontosabb a fenntarthatóság szempontjából. (Internet 6., 2021.10.31.)

2.3. A zóna, mint a precíziós gazdálkodás legkisebb egysége

A növénytermesztési munkafolyamatok területi egységeken, táblákon történnek, amelyek részei lehetnek egy-egy nagyobb tömbnek is. Ezek a táblák méretükben is változatosak lehetnek, hazánkban 0,2 ha-tól akár 400 ha nagyságig is előfordulnak. Azonban az kijelenthető, hogy a táblák soha sem homogének, minden terület rendelkezik egy-egy sajátossággal. Ezen sajátosság több okból is adódhat: domborzat, fekvés, tápanyag ellátottság, alapkőzet, fizikai talajféleség stb.

Vagyis a táblákat kisebb részekre tudjuk bontani, amelyeket valamilyen tulajdonságuk alapján határolunk le. Ezeket a területrészeket nevezzük zónáknak. A kezelési/termesztési egység, a művelési zóna (továbbiakban zóna) lényegében a területek különböző alkalmasságának kifejezése a művelt táblán belül. A zóna tehát az a nagyjából homogén része a táblának, ahol azonos és a többiekétől eltérő növénytáplálás folytatható. A szerző és mások hozzátesszik, hogy csak olyan paraméterek jöhetnek szóba a zónák meghatározásában, amelyek „közvetlen kapcsolatban vannak a hozammal” (Doerge T., 1999).

A zóna nemzetközi szakirodalmi definíciója tehát tömören: az azonos hozampotenciálú helyek együttese. A hozampotenciál kifejezés sugallja azt, hogy ennek időben állandónak kell lenni, hiszen a táblarészek alapadottságai nem, általában nem változtathatók meg (Csornai G., 2021). Egy másik megközelítésben a zóna táblán belül azon területek összessége, melyeken a termést meghatározó tényezők eredményeként homogén a terméspotenciál (Internet 8., 2021.11.23.).

A zónák lehatárolására több módszer áll rendelkezésre a gyakorlatban. A táblák eltérő adottságú egységeit a termés-hozam tükrözi vissza. „Nem azt vizsgáljuk, hogy táblán belül hol jobb, vagy rosszabb a hozam, hanem **azt mérjük**, hogy hol - mennyi a hozam, majd feltárjuk az eltérés okát” (Dr. Pecze Zs., 2021).

Több év adatsorozatot tartalmazó elemzésekkel lehet igazán jól meghatározni a zónákat. A zónák legfőbb ismérve tehát, hogy az általuk lehatárolt területen belül a termőképesség – bizonyos határok között – azonos, vagy alig tér el. A zónák lehatárolása tehát alapjaiban határozza meg a helyspecifikus gazdálkodás sikerét.

Ha a zónák lehatárolása helyes, a zóna kellően homogén, de ha a zóna helytelenül kerül kijelölésre, lesznek benne gyenge és jó termőképességű területek is (Internet 2., 2021.05.12.). Helytelen lehatárolás csökkentheti például a tápanyag-utánpótlás hatékonyságát, és ezzel csökken a műtrágyázás hatékonysága.

Vagyis ha a zónák kijelölése jól - tehát a táblarész tényleges hozampotenciálja alapján - történik meg, akkor azokat hosszú ideig nem kell módosítani, és homogenitásuknak köszönhetően a kezelésekre adott reakciók kiszámíthatóak lesznek. Azonban továbbra is ismeretlen tényező marad az időjárás, mint az egyik legnagyobb ismeretlen a mezőgazdaságban. Azonban az évjáratok hatása nem változtat azon, hogy a jól meghatározott zónák rész területei egyformán működjenek.

2.4. Az adatok és azok feldolgozása, vagyis információnyerés

Az információ és az adat fogalma gyakran keveredik az emberek gondolataiban, pedig valójában a két dolog különbözik egymástól. Az információ az adat jelentése, amely az adat értelmezése során keletkezik, és a befogadó számára új ismeretet hordoz (Szabó B., 2011).

Ennek ellenére, hogy egyre több és egyre komplexebb adatok érhetők el, feltétlenül szem előtt kell tartani, hogy az adat növekedés nem feltétlenül jár az információ növekedésével (Csornai G. szóbeli közlés). Ez mindennapos tapasztalat. Elég, ha arra gondolunk, hogy hiába mérnénk, számolnánk néhány m²-es táblarészekre, annak a termesztés szempontjából inkább zavaró hatása lenne az adatok fluktuációja miatt, és az így előállított információt egyébként sem tudnánk a művelési, differenciálási lépéssé alakítani a gépek hosszabb reakcióideje alatt megtett távolságok mellett. A munkánk során nem minden adatra van szükség, és nem is biztos, hogy nekünk minden adatot fel kell használni. Ezt a gyakorlatból is ismerhetjük, amikor a sok-sok adat között elveszve szemléljük az előttünk álló megoldandó feladatot, nem ismerjük fel a folyamat lényegét, és nem tesszük fel a kulcskérdéseket, vagy téves következtetéseket vonunk le.

Ide tartozik az irreleváns adatok kérdése, amikor nem a cél-paramétereket valóban meghatározó adatokat vizsgáljuk. Az irreleváns adatokat akármilyen pontossággal, fejlett módszerekkel, technológiával mérjük, nem adnak többletet a cél, a vizsgált folyamat, eredmény szempontjából (Csornai G. szóbeli közlés).

Precíziós gazdálkodás kulcskérdése a táblán belüli változékonyság térképezése (Verőné Dr. Wojtaszek M., 2021). Vagyis egy jó módszerrel a rendelkezésre álló, vagy valamilyen forrásból beszerezhető adatok felhasználásával a változékonyságokat (heterogenitást) tudjuk térképezni, időbeli változásokat vizsgálni, összehasonlítani. A szükséges, és elégséges adatokat más-más forrásokból tudjuk beszerezni a feladat ismeretében (1. táblázat). Nem elég beszerezni az adatokat, azokat a megfelelő módszerekkel információvá kell tudni alakítani.

Adatforrás	Adat típus	Jellemzők	Szükséges ismeretek
Távérzékelés (több eljárás együttese)	Űrfelvételek, légifelvételek (UAV, stb.)	Idősorozat Felbontás (spektrális, térbeli) Eredeti sávok, indexek,...	Képelemzés Statistikai elemzések Térbeli elemzések
Terület adottságai (genetikus talajtérkép) Talaj mintavételezés Talajdegradáció	Távérzékelési adatok, Laboratóriumi eredménye Talaj elektromos vezetőképessége (EC)	A talaj termékenysége, fizikai és kémiai tulajdonságai, talaj tápanyag ellátottság, stb. Erózió, egyéb problémák Talaj elektromos vezetőképessége (EC)	Statistikai elemzések Térbeli elemzések
Terület topográfiai adottságai	DDM	Magasság különbség, lejtés, stb.	Térbeli elemzések
Hozam térképek	Aratás adatai Távérzékelés	Több éves adatsorozat Pontosság	Statistikai elemzések Térbeli elemzések
Térinformatika	Tematikus adatok (vektorok, stb.)	Tábla határ, stb.	Ábrázolás, összefüggések elemzése, térképek előállítása
Szántóföldi növénytermesztési adatok /termesztett növény , stb./			

1. táblázat Az adatnyerési lehetőségek

(forrás: Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata, 2021)

A legtöbb munka során szükség van több időpontban készült űrfelvételekre, hogy az idő függvényében lehessen elemezni a heterogenitást, és annak változását a növények fejlődése során. A felvételi sávok kiválasztásánál hangsúlyozni kell a vizsgált jelenségek, folyamatok tudományos megközelítésének fontosságát, hiszen az adattöbblet nem mindig jár információ-többlettel.

Fontos a geometriai felbontás, vagyis a pixel nagysága, hiszen nem feltétlenül szükséges számunkra 30 cm-es felbontás, egyes esetekben a 10-30 m-es is elegendő. A spektrális tartomány céltudatos kiválasztásánál ismerni kell az egyes hullámsávok főbb alkalmazási lehetőségeit (Verőné Dr. Wojtaszek M., 2011), amelyet a 2. táblázatban mutatok be.

sáv	Hullámhossz (μm)	A sáv névleges spektrális helye	Felbontás (m)	Alkalmazási lehetőség
1	0,45-0,52	Kék	30	parti vizek, erdőtípus térképezése, talaj - vegetáció megkülönböztetése, építmények azonosítása
2	0,52-0,60	Zöld	30	növények zöld visszaverődési csúcsának mérése, vegetáció típusok elkülönítése, termésbecslés (egyéb sávokkal együtt), építmények azonosítása
3	0,63-0,69	Vörös	30	klorofill abszorpció mérése, növényfajták elkülönítése építmények azonosítása,
4	0,76-0,90	Közeli infravörös	30	vegetáció típusok, biomassza meghatározása, vízfelületek elhatárolása, talajnedvesség kimutatása
5	1,55-1,75	Közepes infravörös	30	vegetáció és a talajnedvesség kimutatása, a hó és a felhős területek elkülönítése
6*	10,4-12,5	Termális infravörös	120	növényzet betegségek elemzése, talajnedvesség kimutatása, hőtérképezés
7*	2,08-2,35	Közepes infravörös	30	ásványok, kőzetek kimutatása, vegetáció-nedvesség tartalmának érzékelése

2. táblázat: Spektrális sávok alkalmazási lehetőségei

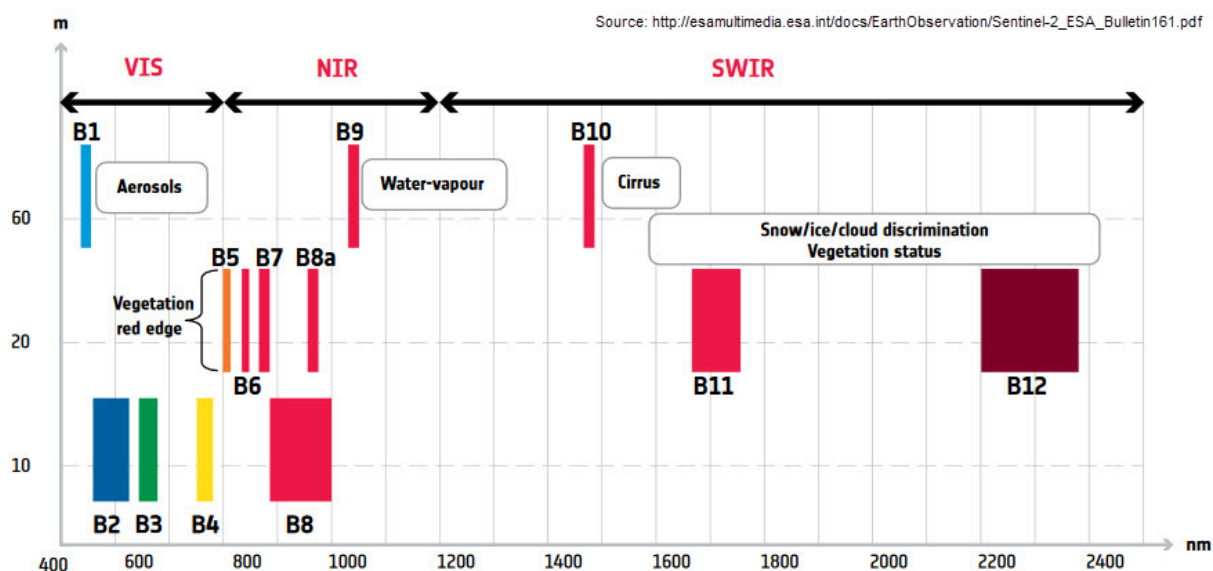
(forrás: Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzata, 2011)

A gyakorlatban leggyakrabban a Sentinel-2 műhold multispektrális szenzoraival készült felvételeket használjuk. Ezen a szenzoroknak a geometriai és spektrális felbontását az 3. táblázat és a 1. ábra mutatja be.

Geometriai felbontás (m)	Sávszám	S2A		S2B	
		spektrális tartomány középítő értéke (nm)	sáv szélessége (nm)	spektrális tartomány középítő értéke (nm)	sáv szélessége (nm)
10	2	496.6	98	492.1	98
	3	560.0	45	559	46
	4	664.5	38	665	39
	8	835.1	145	833	133
20	5	703.9	19	703.8	20
	6	740.2	18	739.1	18
	7	782.5	28	779.7	28
	8a	864.8	33	864	32
	11	1613.7	143	1610.4	141
	12	2202.4	242	2185.7	238
60	1	443.9	27	442.3	45
	9	945.0	26	943.2	27
	10	1373.5	75	1376.9	76

3. táblázat: Sentinel-2 műhold multispektrális szenzor spektrális felbontása

(forrás: Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata, 2020)



1. ábra: Sentinel-2 műhold multispektrális szenzor spektrális felbontása

(forrás: https://www.geosage.com/highview/features_sentinel2.html)

Az Európai Űrügynökség (ESA) által 2015-ben felbocsátott Sentinel-2A, majd a 2017-ben útnak indított Sentinel-2B műholdak küldetése nem más, mint az, hogy információkat nyújtson a mező- és erdőgazdaság számára, és ezzel az élelmiszerbiztonságot szolgálja. A műholdak a felszínborítás változását, monitorozását végzik, valamint a természeti katasztrófák felderítésében, a károk megbecslésében is részt vesznek (Internet 7, 2021.11.23.).

A felvételekből úgynevezett indexek számíthatók, amelyek különbség és hányados képek. ”A különbség és hányados képek az eredeti felvétel sávjai között elvégzett aritmetikai műveletek eredményei. Az eljárás alkalmas két sáv információjának bizonyos mértékű összevonására, az eltérések kimutatására, normalizációra és különböző időpontban készült felvételek feldolgozására. A sávok között számított ún. vegetációs indexek különösen a növényzet monitoringjához nyújtanak kedvező feltételeket.” (Verőné Dr. Wojtaszek M., 2011). Az előállított „index képeket nemcsak vegetáció térképezésben használunk, de ugyanúgy új információ nyerése céljából is számíthatók talaj, víz vagy nedvesség indexek.” (Verőné Dr. Wojtaszek M., 2011)

2.5. Vegetációs indexek

„A vegetáció elemzésére elsősorban a növényzet morfológiai sajátosságaiból eredő látható (VIS) 380-700 nm és a közeli infra (NIR) 700-1300 nm tartományok alkalmasak. A látható tartományban mérhető eltérések a klorofill veszteségre vezethetők vissza, az érésre, az öregedésre, valamint a talajadottságok hatásaira.” (Verőné Dr. Wojtaszek M., 2020)

A műholdfelvételek alapján, a megfelelő felvételi sávok használatával könnyen tudunk készíteni különböző vegetációs indexeket, amelyek a változékonyság térképezésre is jók lehetnek. Azonban műholdfelvételekből kiszámítható mintegy 200 indikátor nem minden esetben alkalmas arra, hogy leírja az adott zóna stabil hozamképességét, ráadásul egy pillanatnyi állapotot mutat be (Csornai G., 2021).

A sokéves átlagokat is óvatosan kell értelmezni a hozampotenciál és a termőkéesség szempontjából. Nagyon jól használhatók pl. határszemle hatékonyságának támogatására, egyszerűsítésére.

A vegetációs indexeknél megkülönböztetünk szélessávú és keskenysávú indexeket. Amíg a szélessávú indexek a növényzet általános mennyiségének, és életerejének mérésére szolgálnak, addig a keskenysávú indexek jobban az egészségi állapot változásaira mutatnak rá (Verőné Dr. Wojtaszek M., 2011).

A leggyakrabban használt szélessávú index az NDVI vagyis a Normalizált Vegetációs Index, amely a következőképpen számítható ki pixelre, vagy szegmensre vonatkozóan (Verőné Dr. Wojtaszek M., 2011).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

A legtöbb internetes oldalon (pl.: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>) különböző index képek megjeleníthetők, letölthetőek. Az NDVI index alapján könnyen elhatárolhatjuk a vegetáció borította felületet a talajtól, és a vegetáció erősségét jelzi, egy mértékegység nélküli szám, melynek értéke -1 és +1 közé esik. Azt adja vissza, hogy milyen nagy a levélfelület, a takarás és így a nagyobb fotoszintetizáló növényi felületnél magasabb az értéke.

Azonban fontos leszögezni, hogy számos tudományos vizsgálat kimutatta, hogy a hozam, és az NDVI érték közötti kapcsolat egyrészt nem kellően szoros, másrészt az összefüggés szorossága változó, nem állandó. Ebből adódóan, nem tudunk egy fix képletet felállítani, amivel az NDVI értékből a hozamot kellő pontossággal meg tudnánk határozni (Internet 3, 2021.05.14).

Ezenkívül alkalmazott, és gyakran használt indexek a mezőgazdasági gyakorlatban a DVI, VI, EVI, GNDVI, SAVI, BSI, NBRI, RENDVI, NMDI, RGRI. Ezen indexek kiszámítási módjait, alkalmazási területeit, előnyeit, és esetleges hátrányait a 2. és 3. ábra mutatja be.

Gyakran használt szélessávú indexek a mezőgazdaságban

DVI Difference Vegetation Index Különbség Index	$DVI = NIR - Red$	Jól használható a vegetáció mennyiségének térképezésére, valamint a talaj és a növényzet megkülönböztetésére. Hátrány: Érzékeny a légkör, illetve a domborzati hatásokra (az árnyék hatások) pl. problémát okozhat a növényzet és a talaj megkülönböztetése árnyékos területeken.
VI vagy RVI Ratio Vegetation Index Egyszerű vegetációs index	$VI_{NIR,RED} = \frac{NIR}{RED}$	A vegetáció mennyiségét jelző index, érzékeny a klorofill tartalomra. Növényzet esetén magas az értéke, alacsony a talaj, a jég, a víz stb. esetén. Csökkenti a légkör és topográfiai hatásokat
EVI Enhanced Vegetation Index Javított Vegetációs Index	$EVI = 2.5(NIR - Red) / (NIR + 6Red - 7.5Blue + 1)$	Az NDVI-t kiegészítő index. Legmegbízhatóbb a nagy LAI-régiókban, ahol az NDVI telítődhet. A kék sáv figyelembe vételével javítja a talaj háttérjelének hatását, valamint csökkenti a légköri hatásokat.
GNDVI Green Normalized Difference Vegetation Index Zöld Normalizált Vegetációs Index	$GNDVI_{NIR,G} = \frac{NIR - G}{NIR + G}$	Ez az index hasonló az NDVI-hez, de vörös spektrum helyett a zöld spektrumot (540-570 nm) méri. Az index érzékenyebb a klorofill koncentrációra, mint az NDVI.
SAVI Soil Adjusted Vegetation Index Talajjal Korrigált Vegetációs Index	$SAVI = [(NIR - Red) / (NIR + Red + L)] * (1 + L)$ $L = 0,5$ L: egy talajtényező (korrekciós faktor), amely 0 és 1 között változik	Amennyiben a vizsgált növényállományban talajfoltok is találhatóak (a növény nem teljesen fedi le a talajt), abban az esetben a talajjal módosított vegetációs indexet a SAVI-t célszerű alkalmazni. Az index érzékeny a zöld (fotoszintetizáló) növényzet mennyiségére, de általában nem mutat korrelációt az előregedett, kiszáradt vegetáció mennyiségével.
BSI Bare Soil Index Talaj Index	$BSI = \frac{(SWIR_{11} + RED) - (NIR + BLUE)}{(SWIR_{11} + RED) + (NIR + BLUE)}$	A talajindex (BSI) egy olyan mutató, amely a kék, piros, közeli infravörös és rövid hullámú infravörös sávokat használja a talajváltozások térképezésére. A rövidhullámú infravörös és a vörös spektrális sávokat a talaj ásványi összetételének számszerűsítésére, míg a kék és a közeli infravörös spektrális sávokat a vegetáció jelenlétének fokozására használják. Az index alkalmazható például a talaj térképezésére, a termés azonosítására (NDVI-vel kombinálva).
NBRI Normalized Burned Ratio Index Normalizált Égetési Arány Index	$NBRI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$ SWIR: Sentinel esetén B12	Az index a tüzek súlyosságának becsléséhez használható, elsősorban az erdős területeken. A számítás alapját a közeli infravörös és rövid hullámú infravörös sávok képezik, amelyek érzékenyek a növényzet változásaira, a leégett területek kimutatására és az ökoszisztéma helyreállításának megfigyelésére. Az információgyűjtéshez a tűz előtti és utáni NBRI kép szükséges. Az NBRI-képek közötti különbség az égett területeket emeli ki, és az ökoszisztéma válaszára adhat tájékoztatást az idő előrehaladtával.

2. ábra: Szélessávú indexek a mezőgazdaságban

(forrás: szerkesztés a <https://www.indexdatabase.de/> alapján)

Gyakran használt keskenysávú indexek a mezőgazdaságban

RENDVI Red Edge Normalized Difference Vegetation Index Vörös Él Normalizált Vegetációs Index	$RENDVI = \frac{\rho_{750} - \rho_{705}}{\rho_{750} + \rho_{705}}$	Ez az index a szélessávú NDVI módosítása. A számításához használt vörös és infravörös keskeny sávok érzékenyek a vegetáció kisebb változásaira (pl. öregedés). Alkalmazható a precíziós mezőgazdaságban, az erdészetben a növényzet stressz-kimutatására.
NMDI Normalized Multi-band Drought Index Normalizált többsávós szárazság-index	$NMDI = \frac{\rho_{860} - (\rho_{1640} - \rho_{2130})}{\rho_{860} + (\rho_{1640} - \rho_{2130})}$	Az index három specifikus sáv figyelembevételével alkalmazható a talaj és a vegetáció nedvességváltozás megfigyelésére. Az index a rövidhullámú infravörös tartományban (1640 és 2130 nm) lévő két víz abszorpciós sáv közötti különbséget használja a vegetáció és a talaj vízerzékenysége mérésére. Ezt az indexet gyakran használják erdőtüzek érzékelésére is. A talaj nedvességtartalmának növekedésével az index értékei csökkennek.
RGRI Red Green Ratio Index Vörös-Zöld Arány Index	$RGRI = \frac{\sum_{600}^{699} Red}{\sum_{500}^{599} Green}$ Az eredményeket a vörös tartomány összes sávjának átlagaként kell megadni, osztva a zöld tartomány összes sávjának átlagával	A vörös/zöld hányados index a lombzat fejlődésének felmérésére használható, továbbá a levéltérmet és a stressz indikátora is lehet. Alkalmazási területei közé tartozik a növényi növekedési ciklus (fenológia) vizsgálata, a lombkorona stressz-kimutatása és a terméshozam előrejelzése.

3. ábra: Keskenysávú indexek a mezőgazdaságban

(forrás: szerkesztés a <https://www.indexdatabase.de/> alapján)

2.6. Hozamtérképezés

A másik gyakran használt módszer a táblán belüli heterogenitás vizsgálatára a hozamtérképek elemzése. A módszer képet ad a hozam táblán belüli heterogenitásáról, más adatokkal, összevetve fontos információt szolgáltat a helyspecifikus gazdálkodáshoz. A mai korszerű betakarítógépeken jellemzően már alapfelszereltségként megtalálhatóak a hozam- és szemnedvesség mérő szenzorok, tehát a pillanatnyi, és a teljes hozam mérésére alkalmasak, és amennyiben GPS adatok is rendelkezésre állnak, akkor hozamtérképezésére is alkalmasak (Milics G. - Mesterházi Á., 2014).

A módszer nagy előnye, hogy a betakarítással egy menetben el lehet végezni, nem igényel plusz idő, és anyagi ráfordítást. A másik előnye a kombájnos hozamtérképezésnek, hogy szemnedvesség, és magassági adatok is keletkeznek, amik további vizsgálatokhoz szolgálhatnak információval. Az ilyen hozamtérképezés pontos elvégzéséhez elengedhetetlen feltétel a betakarító gép(ek) kalibrációja.

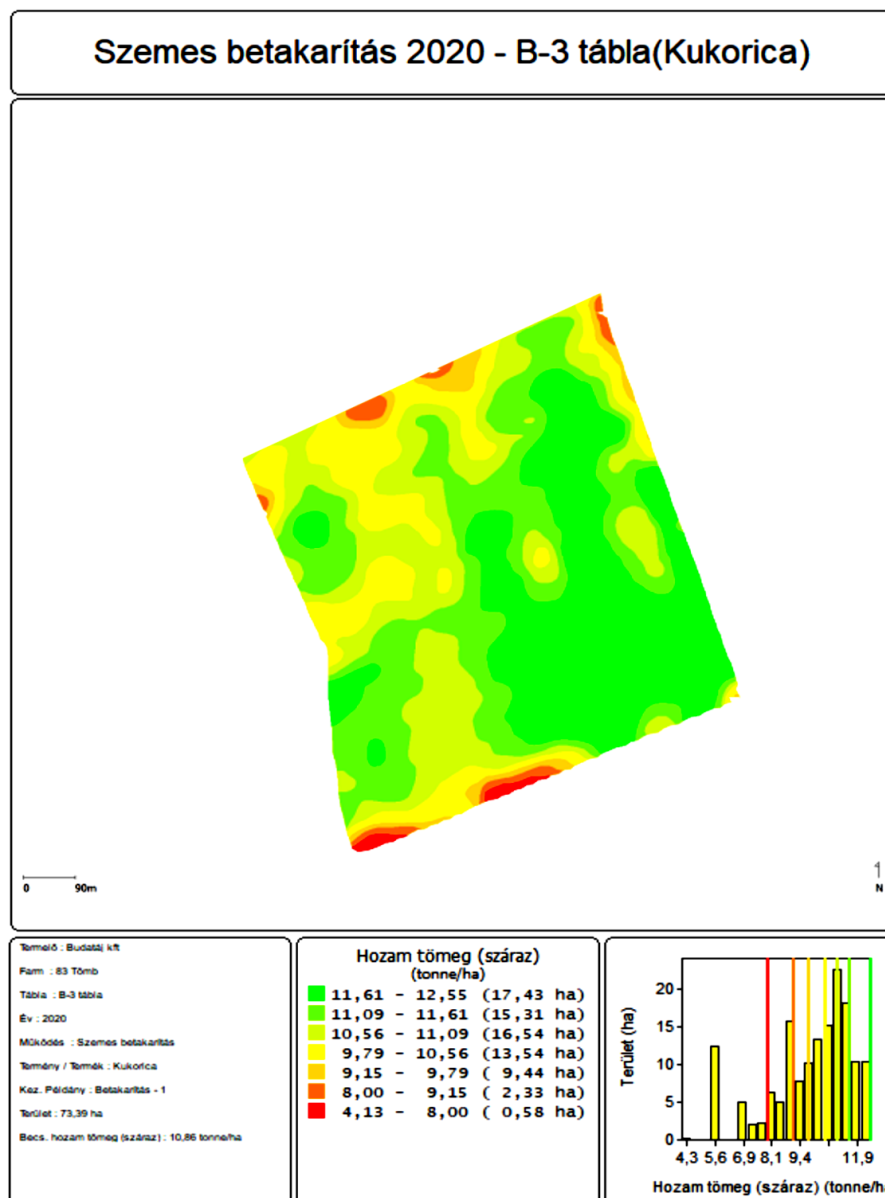
A kalibrációt minden gépre, minden évben, minden terményre, fajtára három sebességi fokozatban, 70%-os tartály telítettségénél és 100%-os tartálytelítettségre kell elvégezni. Erre azért van szükség, mert a szemtermések fizikai paraméterei jelentősen eltérnek, és ezek az eltérések pedig befolyásolják a mérés pontosságát (Internet 4. 2021.05.14.). Ez azonban a módszer hátránya is, komoly területi, időbeli igénye van, és amennyiben egyszerre több gép is dolgozik a területen, akkor azok jó kalibráció esetében is eltérően mérhetnek. Ez utóbbi hiba oka a kezelőknél keresendő, hiszen a humán hibaforrást ebben az esetben nem tudjuk kizárni. De az általános „teljesítmény-orientáltságú” munkaszervezésbe a kalibráció jellemzően nem tartozik bele.

A hozamtérképezés egy másik módja a műholdas cellahozammérés. Ennek a módszernek a lényege, hogy nem kombájnokkal történik a hozamok meghatározása, hanem távérzékelési eljárással, műholdfelvételek sorozata alapján. A módszer validálása régebben táblára, utána néhány éve cella-zóna szinten, 0,7 ha-os földterületekre is megtörtént (Csornai G., 2021).

Ennek a módszernek az előnyei (Internet 5., 2021.05.14):

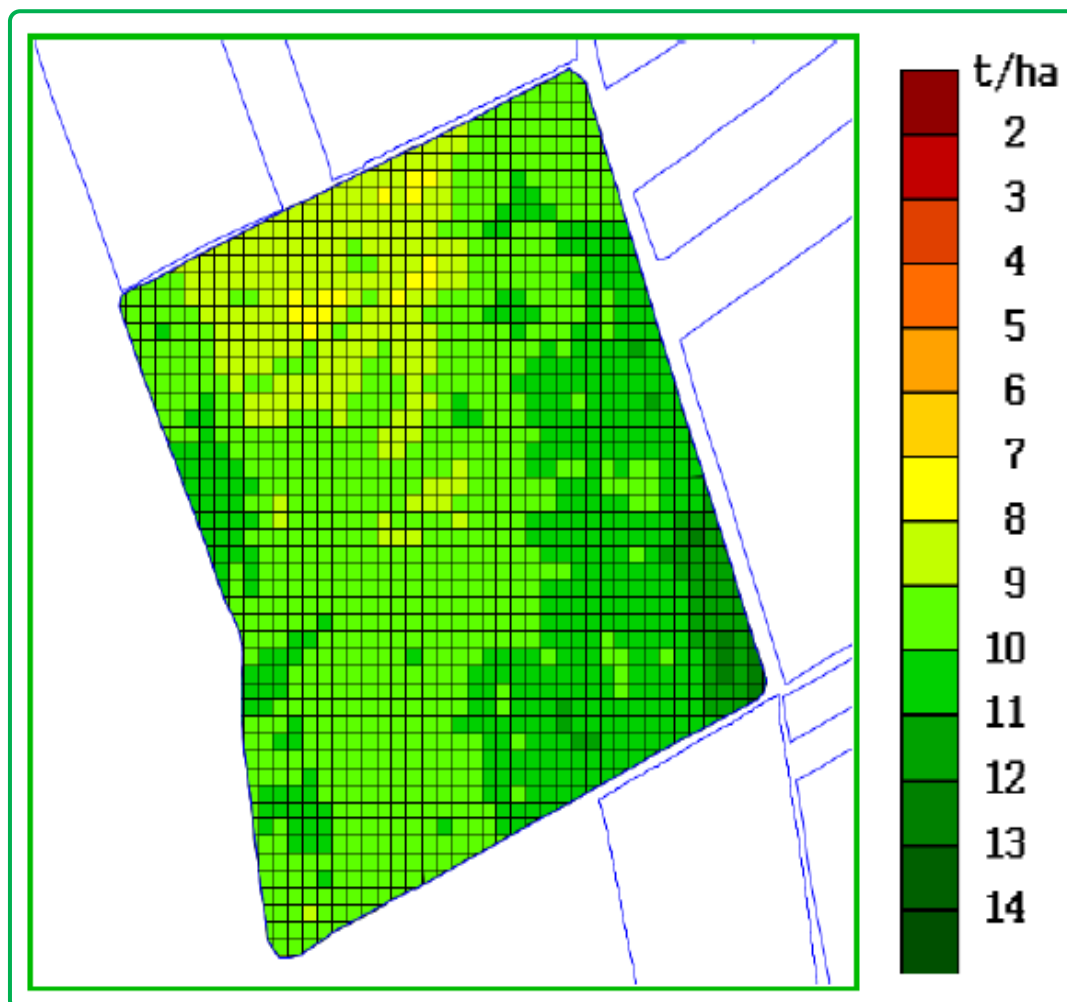
- „képes hozamtérképet adni azoknak, akiknek nincs hozamtérképező rendszerük,
- elérhetővé teszi a megalapozott helyspecifikus gazdálkodást kis gazdaságokban is,
- a korábbi évek hozamtérképei utólag előállíthatók, így nem kell több évet várni és hozamtérképezéssel tölteni ahhoz, hogy a helyspecifikus gazdálkodáshoz szükséges megbízható adatállomány a rendelkezésünkre álljon,
- nincs szükség hozammérő rendszer vásárlására, nem jelentkezik a hozamtérképezéshez elengedhetetlen kalibrálás idő- és munkaigénye, a hozammérés pontossága nem függ a kalibrálás pontosságától, illetve esetleges humán mérési hibáktól,
- a szolgáltatás kész hozamtérképet ad, a gazdálkodónak nem kell az adatok gyűjtésével, feldolgozásával és térképezésével foglalkoznia,
- a rendszer 3-5 (10) év megelőző, korábbi év műholdas hozamadatából a zónák lehatárolása is alkalmas,
- +/- 7-8% hibával képes mérni a kb. 0,7 ha-os felszíndarabok szintjén.”

A két módszer – a kombájnos hozammérés, és a műholdas cellahozammérés - nemcsak módszertanában, hanem eredményében is eltérhet egymástól. Ennek az oka a módszer validáltságában keresendő. Az 4. ábra és 5. ábra ugyanannak a területnek 2020 évre vonatkozó terméseredményét ábrázolja, az 4. ábrán kombájnos hozammérésből kiindulva, a 5. ábrán pedig cellahozammérést alkalmazva.



4. ábra: Kombájnos hozammérés

(forrás: saját munka)



5. ábra: Műholdas cellahozammérés (2020)

(forrás: Cosima Kft.)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vállalkozás bemutatása

Munkámat a Gyermelyi Zrt. növénytermesztési ágazatában készítettem el, két különböző módszerrel előállított kezelési zónák összehasonlítását végeztem el. A Gyermelyi Rt., később Zrt. az 1953-ban 12 gazda által megalapított Petőfi Szövetkezet átalakulásával, jogutódlásával jött létre 1990-ben. A vállalatcsoport Magyarország meghatározó nagyvállalata lett az elmúlt évtizedekben. Jelenleg a vállalatcsoport

- malmászattal,
- tésztagyártással,
- állattenyésztéssel,
- növénytermesztéssel,
- és ezen területeket is összekötő logisztikai, és kereskedelmi

tevékenységekkel foglalkozik.



1. kép: Gyermelyi Zrt. központja madártávlatból

(forrás: <https://www.agronaplo.hu/hirek/malomkomplexumot-epit-az-otven-eves-gyermelyi-zrt>)

3.1.1. A malmászat

Az első malom építése 1981-ben vette kezdetét, majd 2013-ban megépült a második malom is. Jelenleg 330 tonna búza őrlésére van lehetőség a két malomban. Nemcsak lágybúzát képesek a gyermekyi malmok őrölni, hanem durumbúza őrlésére is alkalmasak. A tésztagyári speciális alapanyagok (tésztaipari célliszt, tésztaipari durumdara) előállításához mellett a kereskedelmi fehér liszt őrlése, csomagolása is itt történik. Évente 130000 tonna búzát, durumbúzát őrölnek meg egyazon telephelyen. A hazai, és immár nemzetközi piacok bővülése miatt a vállaltcsoport 2021-ben megkezdte a harmadik malom építését, amely várhatóan 2022-ben kezdi megtermelését. Ebben a malomban a jövőben nemcsak őszi búza őrlését lehet majd elvégezni, hanem rozs őrlésére is alkalmas lesz.



2. kép: Gyermelyi Malom 2. hengerszékei

(forrás: <https://gyermelyi.hu/index.php/cegunkrol/malmaszat>)

3.1.2. A tésztagyártás

A gyermelyi tésztagyártás 50 éve indult el 1971-ben. Azóta nemcsak a magyar vásárlók körében népszerűek az itt készült termékek, de 5 kontinensre jutottak el a boltokba, a fogyasztókhoz. Manapság szigorú élelmiszerbiztonsági előírásokat betartva 70000 t tojásos és durumtészta készül a két modern tésztagyárban, összesen 230 féle cikkszámra, ami a magyarországi tésztafogyasztási igény teljes kielégítésére alkalmas lenne. A tészták csomagolását, és a raklapok mozgatását robotok, vezető nélküli targoncák végzik. A készárak raktározása három magasraktárban történik, összesen 60000 raklap kapacitással. A magasraktárak szintén automatizáltak, így csökkentve az élőmunka igényt, és növelve a hatékonyságot.

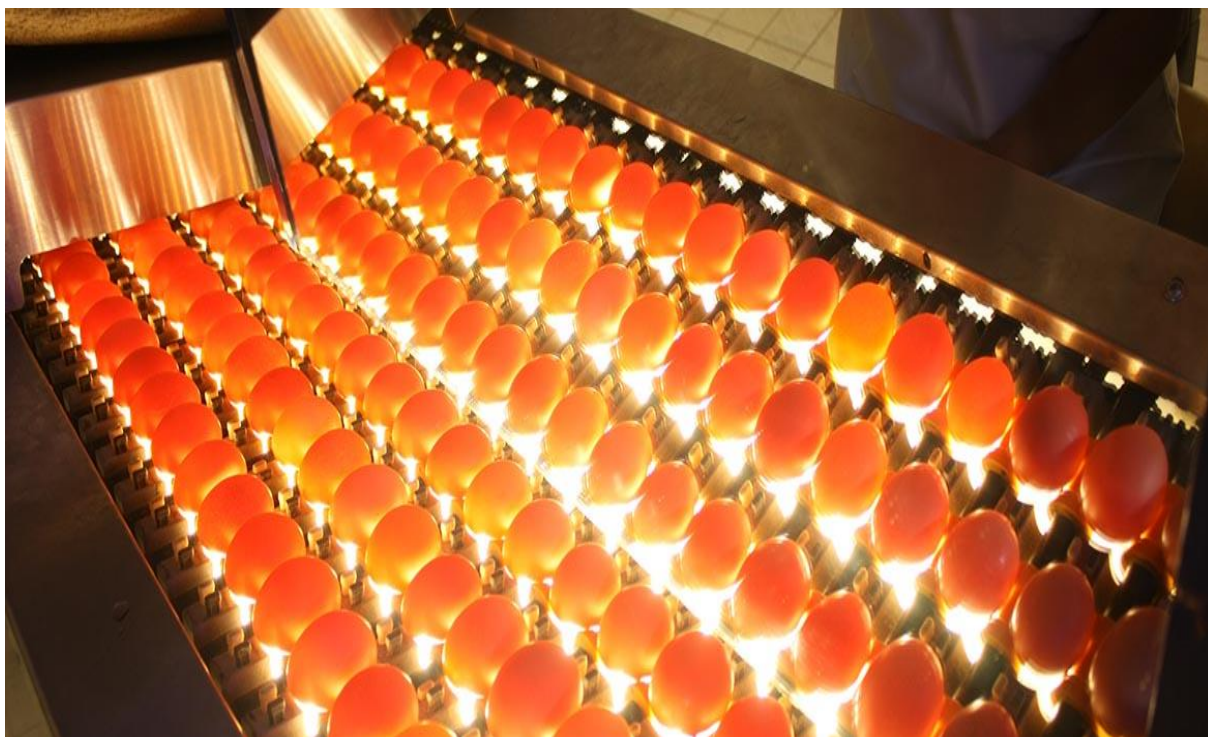


3. kép: Tésztagyári csomagolás

(forrás: <https://gyermelyi.hu/index.php/cegunkrol/tesztagyartas>)

3.1.3. Az állattenyésztés

Az ágazat a tojásos tésztagyártás másik alapanyagát, a tojást hivatott előállítani. A négy korszerű telepen a naposcsibe neveléstől a tojástermelésig minden megtalálható. Összesen 500000 tojó hibrid termeli meg azt a 150 millió tojást, melynek kb. fele kerül a friss tojásos tésztákba, a másik fele pedig a héjas tojásként kerül értékesítésre. Az állattenyésztési ágazat a takarmányt önmagának állítja elő az új 60000 tonna/év kapacitású takarmánykeverő üzemébe. A takarmánykeverő üzem kapacitása jelenleg meghaladja a saját fogyasztás nagyságát, ezért más állattartó vállalatoknak is kerül értékesítésre a gyermelyi tápokból.



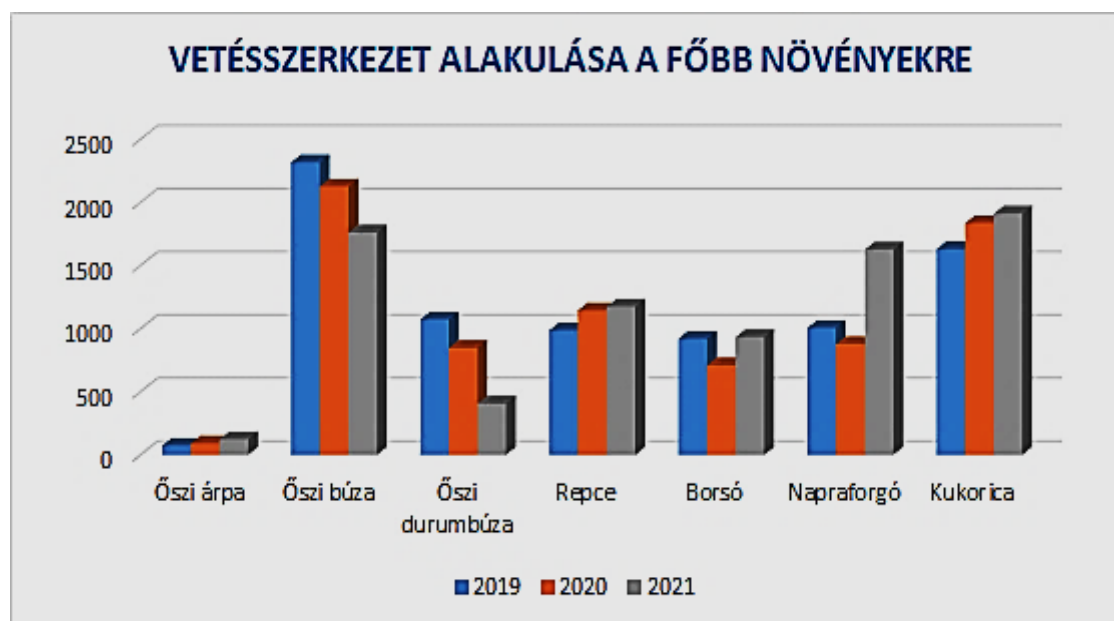
4. kép: Tojások minőségvizsgálata

(forrás: <https://gyermelyi.hu/index.php/cegunkrol/baromfitartas>)

3.1.4. A növénytermesztés

A növénytermesztés 8300 hektáron gazdálkodik jelenleg, a somodorpusztai központ körül egy 20 km sugarú körben. Az ágazat hivatott előállítani a malmokban őrlendő búzák vetőmag-alapanyagát, illetve képes a takarmánykeverő üzem kukorica igényét - évente 18000-19000 t - is részben előállítani. A vetőmag-alapanyagok a saját vetőmagüzemben kerülnek feldolgozásra, és fémzároltan, csomagolva kerülnek a termelő partnerekhez.

Vetésszerkezetére (6. ábra) jellemző, hogy kalászos túlsúlyos (őszi árpa, őszi búza, őszi durumbúza, tavaszi árpa), azonban megtalálhatóak az olajos növények (őszi káposztarepce, napraforgó), a pillangós növények (borsó, lucerna), és természetesen a kukorica is. A borsó kizárólag vetőmag-termesztési szándékkal kerül elvetésre, termeltető partnerek vásárolják meg a vetőmag-alapanyagot, vagy feldolgozást követően a kész vetőmagot. A borsó a kalászosok kiváló előveteménye, ezért is foglal el ekkora helyet a vetésszerkezetben. A másik kiváló elővetemény az őszi káposztarepce, és megtalálható még a másik klasszikus olajos növény is, a napraforgó. Mindkettő termése a szabadpiacon kerül eladásra.



6. ábra: A vetésszerkezet alakulása az elmúlt három évben.

(forrás: saját munka)

A növénytermesztés használja fel az állattenyésztésben keletkező összes szerves trágyát a szántóterületein. A szerves trágya javítja a talajok természetes termőképességét, vízháztartását, valamint csökkenti a műtrágya felhasználást cégszinten.

3.2. A mintaterület elhelyezkedése

A vizsgálat terület a Gyermelyi Zrt. 83. tömb, B-3 üzemi jelű táblájának egy 54,29 hektáros része. A terület Pest megyében Budajenőthől délre, Telkitől nyugat-délnyugati irányban található (7. ábra). A terület a vállaltcsoporton belül a jobb termőhelyek közé tartozik. A vizsgálat évei 2020 és 2021 volt, amikor mindkettő évben kukorica került elvetésre a területen, és mindkettő évben P0216 hibridet vetettünk.

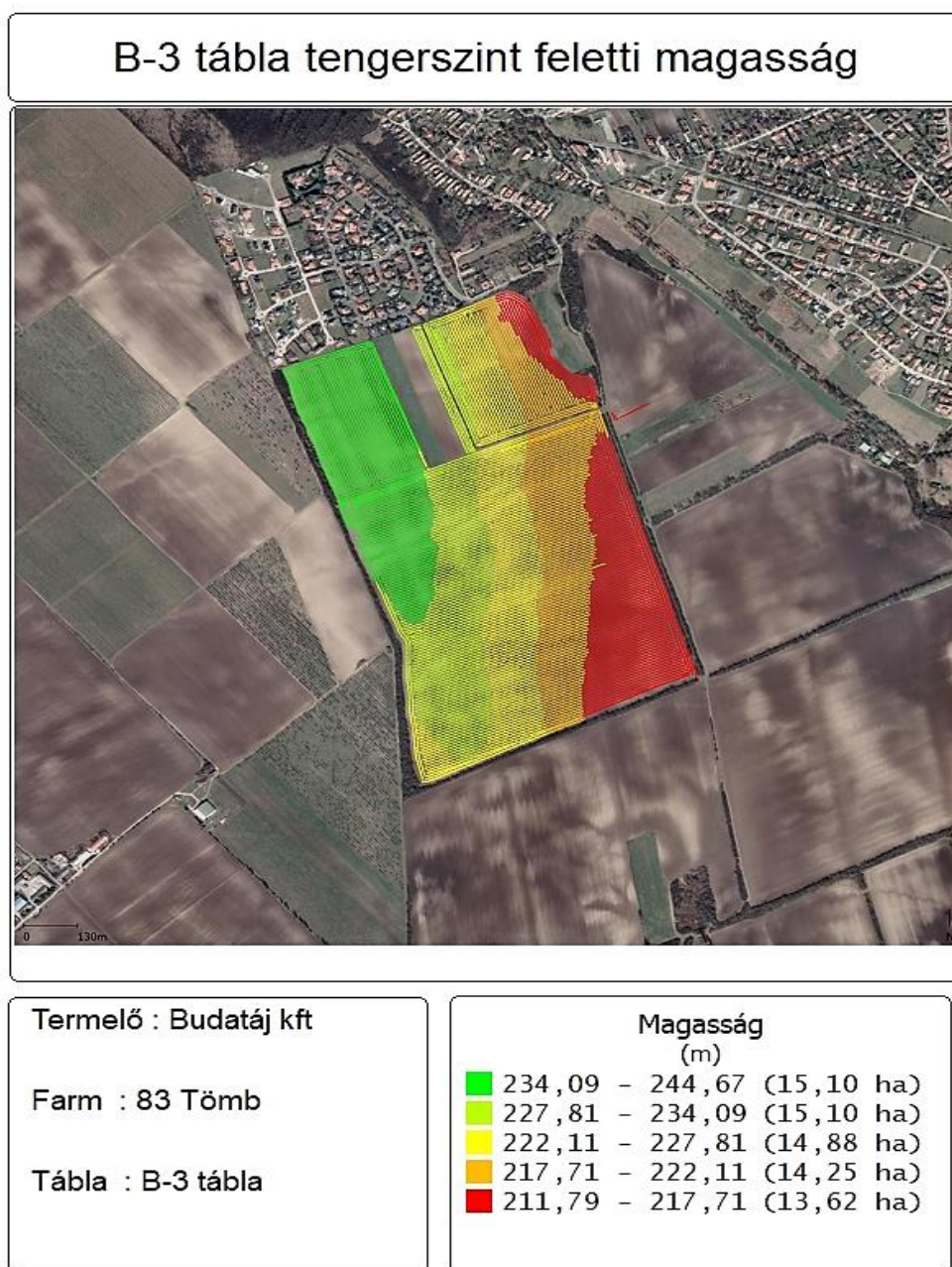


7. ábra: B-3 üzemi tábla MePar térképe.

(forrás: <https://mepar.mvh.allamkincstar.gov.hu>)

3.3. A mintaterület tulajdonságai

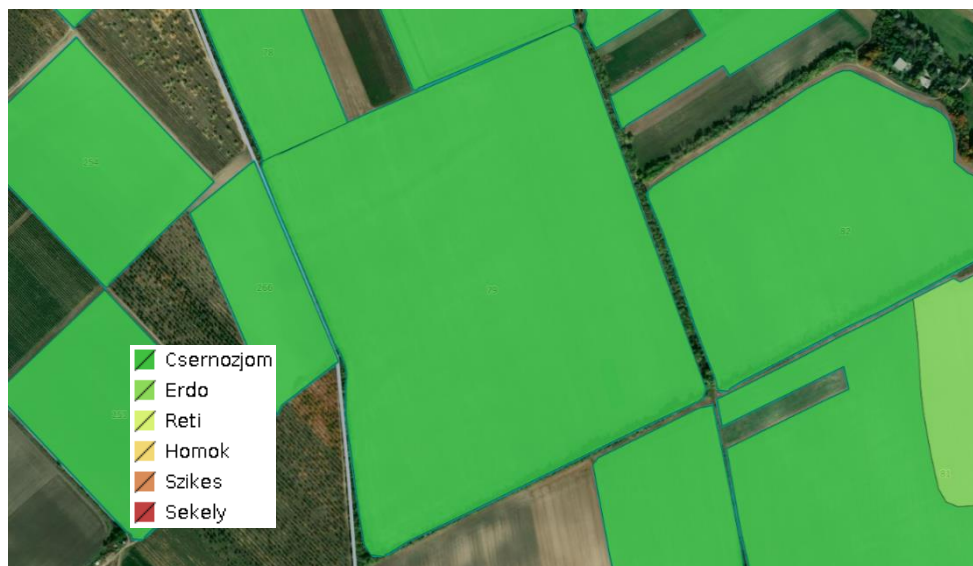
A MePar térképen is látszik, hogy a tábla helyi viszonylatokban síknak mondható. Az 8. ábrán SMS Basic szoftverrel előállított képen látható, hogy a tábla legmagasabb és legalacsonyabb része között 33 m különbség van.



8.ábra: B-3 üzemi magassági adatai

(forrás: saját munka)

A terület a csernozjom termőhelyi kategóriába tartozik, vagyis mezőgazdasági szempontból is, és vállalati területek között is a legjobb termőhelyek közé sorolható (9. ábra).



9.ábra: Termőhelyi kategória

(forrás: <http://talajinfo.ikragnar.hu>)

A fizikai talajféleségében (10. ábra) vályog kategóriába sorolható a termőföld, ami a csernozjom talajokra jellemző.



10.ábra: Fizikai talajféleség

(forrás: <http://talajinfo.ikragnar.hu>)

Ugyancsak kiegyenlítettnek mondhatóak a terület foszfor (11. ábra) és kálium (12. ábra) ellátottsága, mindkét elem megfelelő mennyiségben áll rendelkezésre a növények számára. Foszforból közepesen –jól – igen jól ellátottságok találhatóak, míg káliumból jól – igen jól ellátott a talaj.



11. ábra: Foszfor (P_2O_5) ellátottság

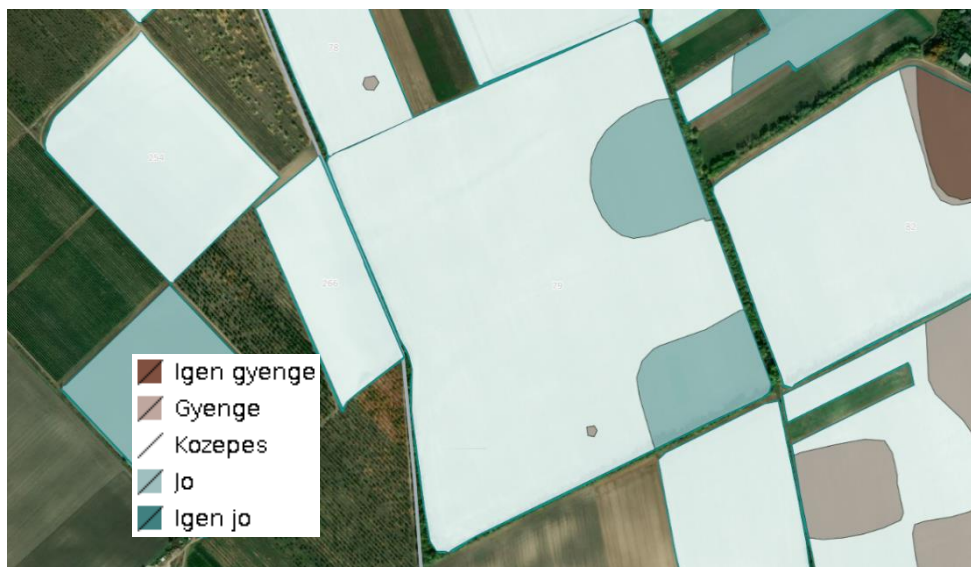
(forrás: <http://talajinfo.ikragnar.hu>)



12. ábra: Kálium (K_2O) ellátottság

(forrás: <http://talajinfo.ikragnar.hu>)

Kicsit más a helyzet a humusz tekintetében, a terület nagy része közepes humusztartamú, csak igen kis részére jellemző ennél jobb ellátottság, ahogyan az a 13. ábrán jól látható. Vagyis a humusztartalom már nem a vályog alapú csernozjom talajokra jellemző, azoktól elmarad. A humusztartalom a szerves anyag mennyiséggel szoros összefüggésben van, és ezáltal a hő- és vízgazdálkodásra is hatással bír.



13. ábra: A tábla humusz tartalma

(forrás: <http://talajinfo.ikragnar.hu>)

A 14. ábrán láthatjuk a tábla kémhatását, ami az alapkőzetre (mészkő) jellemző, gyengén lúgos kémhatás az uralkodó, csupán kis területre jellemző a semleges kémhatás. Gyengén lúgos közegben a makro elemek közül foszfor, mikroelemek közül pedig a mangán, a vas, a bór, a réz, és a cink felvétele nehezebb a növények számára. Ezek pótlásáról a termelési folyamat közben lombtrágyázással gondoskodni kell.



14. ábra: A tábla kémhatása (pH)

(forrás: <http://talajinfo.ikragnar.hu>)

3.4. Hagyományos kukoricatermesztés technológiája

A kukorica szerepe a gyermelyi vetésszerkezetben kiemelkedő, évente átlagosan 1700-1900 hektáron kerül elvetésre. Több tényező teszi jelentőssé ezt a növényt, melyek a következők: a takarmánygyártás fő alapanyaga, termesztése nem kíván speciális gépesítést, és szinte minden évben nyereségesen termeszthető növény. A kukoricát - mint minden növényt - vetésforgóban termesztyük, maximum egyszer vetjük önmaga után. Előveteménye kb. 95%-ban valamilyen kalászos, a többi esetben (kb. 5%) önmaga jön számításba.

Az elővetemény tarlóhántását követően tarlóápolást végzünk, majd szaktanács alapján végezzük el a tápanyag-utánpótlást. A kukorica kálium túlsúlyos alpműtrágyát igényel, hiszen káliumigényes növény, a szakirodalmak szerint ebből a hatóanyagból 140-160 kg szükséges 10 tonna terméshez hektáronként, azonban mi a gyakorlatunkban 100-120 kg-ot szórunk. A foszforból kb. 50 kg hatóanyagot jutattunk ki a káliummal együtt ősszel, az alpműveletet megelőzően.

A nitrogénből a jóval a törvényileg megengedett mennyiség alatt szórunk ki, 120 kg/ha dózist célozzuk meg, azonban néhány esetben 130 kg-ot szórunk ki. Nitrogént minden esetben tavasszal egy menetben juttatjuk ki. Az elmúlt években kísérletezünk inhibitoros nitrogén műtrágyával, melynek feltáródása lassabb, mint a hagyományosé.

Az alapművelet lehet őszi mélyszántás (28-32 cm mélyen), vagy ugyanilyen mélyen szántóföldi kultivátorral végzett lazítás, keverés, melynek az eszköze a Horsch Tiger 6 AS. Amennyiben kalászos volt az elővetemény akkor lazításos alapművelet a kívánatos, amennyiben kukorica volt, akkor szántani kell a jelentős szártömeg miatt. Az alapműveletet a csapadék megőrzés érdekében még ősszel elműveljük, lezárjuk.

A tavaszi időszakban a lezárt talajhoz nem nyúlunk korán, ezzel is biztosítva a vízmegőrzést. A vetés előtti napokban kijuttatjuk a nitrogén műtrágyát, amit a magágykészítéssel a talajba dolgozunk 5-8 cm mélyen. A vetés kezdésének ideje általában április 10. körül érkezik el, amikor a talaj eléri a 10 °C-ot. A vetés mélysége 5-8 cm között van, attól függően, hogy hol található a talajban a nedvesség. Fontos, hogy mindig a száraz-nedves rész határa alá kerüljön a vetőmag a biztonságos kelés érdekében. Egy hagyományos termesztéstechnológiában az átlagosan kivetett magmennyiség 72000 db/ha, vagyis a tőtáv 18,5-18,2 cm. A hibridek tekintetében a FAO 390-440 szegmensből választjuk ki azt az 5-6 hibridet, ami a fajta szortiment gerincét adja, és minden évben kipróbálunk 1-2 új hibridet is.

A mi domborzati viszonyaink között sorközápolásra nincs lehetőség, egyedül a kémiai gyomirtás lehetséges. Ebből a kelés utáni (postemergens) technológia van előnybe részesítve, ahogyan az országosan is jellemző napjainkban. Az állományok egyéb növényvédőszeres kezelése jelenleg még nem technológiai elem, de ahogyan változik a klíma, véleményem szerint egy rovarölőszeres, és egy gombaölőszeres kezelés a technológia részévé fog válni. Ezekkel jelen pillanatban már kísérletezünk kisebb területeken.

Betakarításkor (október végétől november végéig) a szemnedvesség általában 20% alatt szokott lenni, azonban ez évjárat függő paraméter.

3.5. A menedzsmentzónák alapján történő kukoricatermesztés

A menedzsmentzónák meghatározását követően a kukoricatermesztés néhány sarkalatos pontja megváltozik. A zónák olyan kezelési egységek lesznek, amelyekben a termesztéstechnológiai elemek megmaradnak, csak eltérők lehetnek a dózisok, mennyiségek annak függvényében, hogy a zóna milyen kategóriába esik.

A mi gyakorlatunkban két technológiai elemet változtatunk jelen pillanatban a kukoricatermesztésben. Az első elem a tápanyag visszapótlás. Az őszi alapműtrágya kijuttatásakor a menedzsmentzónák hozam-erősségének megfelelően változik a kiszórt műtrágya mennyisége, és ezzel a területegységre jutó hatóanyag mennyisége. A műtrágya differenciálás alapelve, hogy a jobban teljesítő zónák kapják a több hatóanyagot, és nem célunk a rosszabbul teljesítő területek felzárkóztatása. Ugyancsak differenciáltan kerül kijuttatásra a vetés előtt a nitrogén műtrágya is. A jobb termőhelyi adottságokkal rendelkező részek ugyanúgy több nitrogént kapnak, mint ahogyan több káliumot, foszfort is kapott.

A másik technológiai elem a vetés, itt tőszám differenciálást hajtunk végre. Ugyancsak a jobban teljesítő zónákba kerül a több vetőmag, a rosszabbul teljesítőkébe pedig a kevesebb. Az erősebb zónákban a kivetett magszám elérheti akár a 81000 darabot is hektáronként, míg a leggyengébb területeken 52000 db/ha. Ezeken a helyeken azt az állomány sűrűséget kell elérnünk, hogy kialakuljon a kukorica gyomelnyomó képessége.

3.6. A menedzsmentzónák meghatározásának módszerei

Először (2016-tól) mi is a hozammérő kombájnok adataira támaszkodva, és a kötelező talajmintavételi rácsra épülő zónákat alkalmazva alakítottuk ki a műtrágyázási alapegységeinket. 2020-tól a többéves cellahozamokra, és egyéb morfológiára épülő zónameghatározásra, majd az ezen az alapon felmért talaj-információra épülő szaktanácsadás szerinti növénytaplálásra térünk át az IKR Agrár Kft. és a Cosima Kft. közreműködésével.

3.6.1. Hozamtérkép alapú kukoricatermesztés

Ennek a módszernek az alkalmazásához kombájnos hozamtérképekre volt szükségünk, valamint a talajvizsgálatoknál alkalmazott talajmintavételi rácsot használtuk a zónák lehatárolásához. A talajmintavételhez ki kell alakítani egy mintavételi rácsot, mintavételi hálót a törvényi előírásoknak megfelelően. A törvény azt mondja ki, hogy maximum 5 hektáros egységeket kell kialakítani a táblán belül, amely cellákban szedett minták átlagmintájának vizsgálatát kell elvégeztetni akkreditált laborban. A 15. ábrán a 83 tömb B-3-as táblájának mintavételi rácsát láthatjuk.

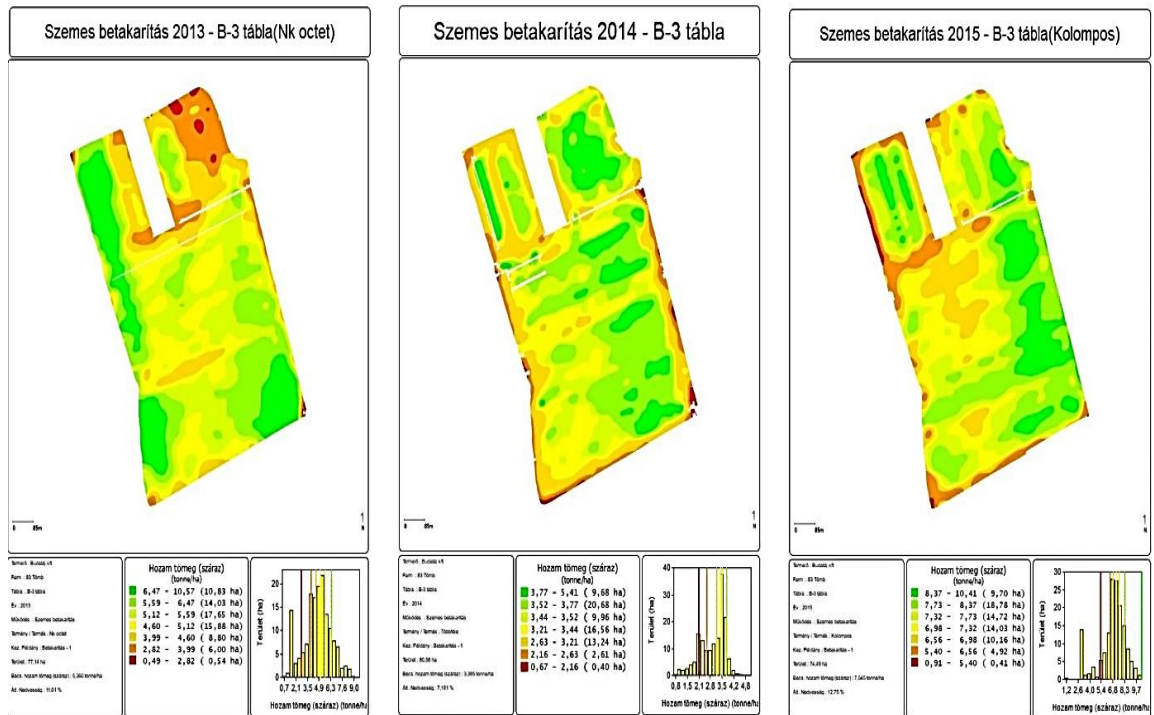


15. ábra: A B-3 tábla mintavételi hálója

(forrás: <http://talajinfo.ikragrar.hu>)

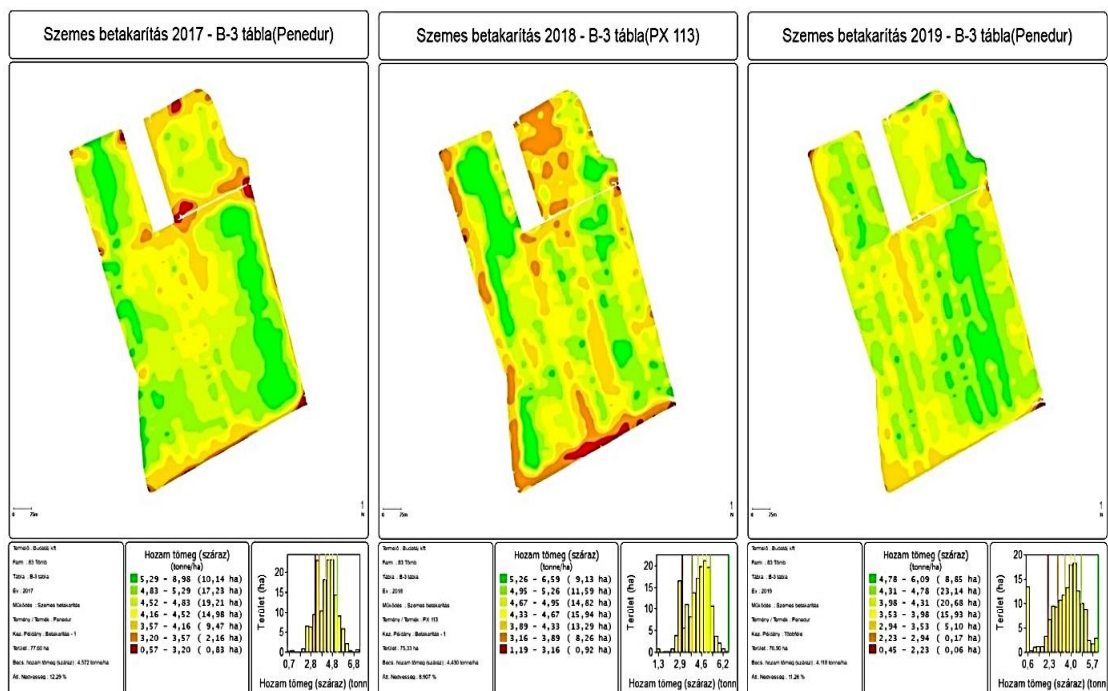
Látható, hogy ez a módszer egy egyszerű művelettel írható le, a területet egy program segítségével egyenesek mentén (lehetőleg) maximum 5 hektáros darabokra osztjuk szét. Itt nem cél a terület egyéb – a növénytermesztésre hatással lévő – tulajdonságát figyelembe venni, csupán a talajmintavételi előírásoknak kell megfelelni.

A területről 2013-tól álltak rendelkezésre hozammérős kombájnokkal gyűjtött adatok. A 2013 – 2015 években mért adatok térképi ábrázolását a 16. ábra szemlélteti, illetve a 2017-2019. éveket a 17. ábra. Ezeket a hozam adatokat, és a talajvizsgálat eredményeit használtuk fel a műtrágya és tőszám differenciáláshoz.



16. ábra: A B-3 tábla hozamtérképei 2013-2015

(forrás: saját munka)



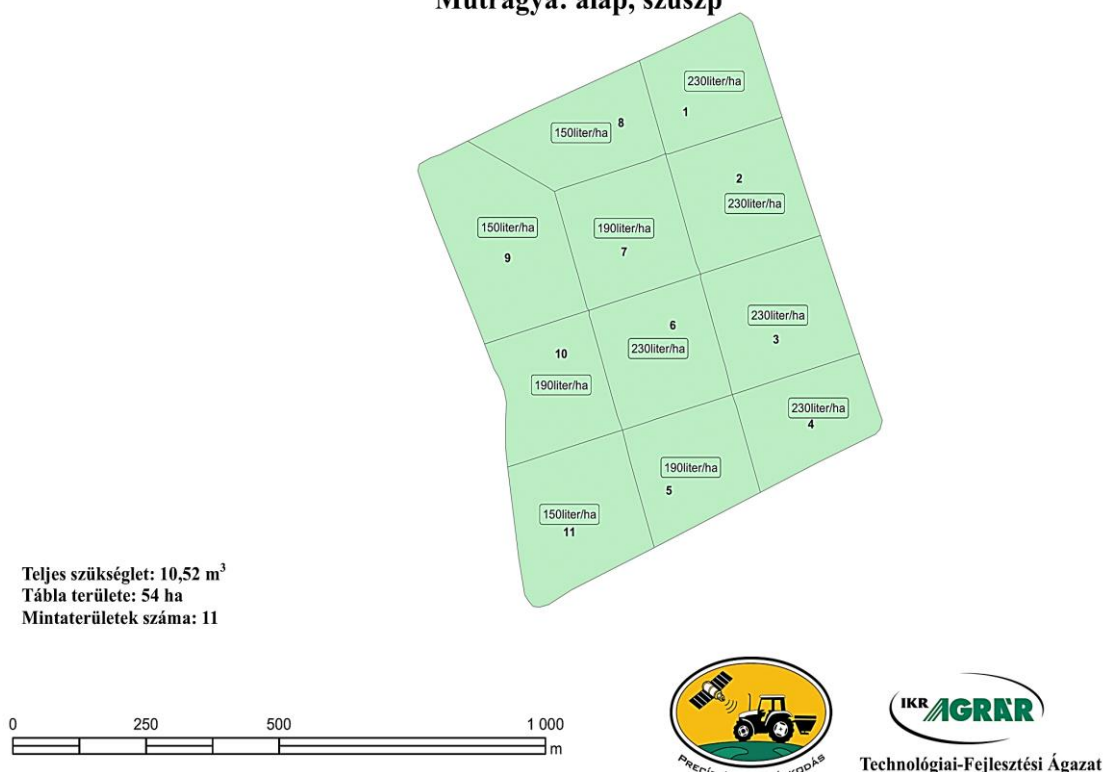
17. ábra: A B-3 tábla hozamtérképei 2017-2019

(forrás: saját munka)

A műtrágya dózisok meghatározásához, differenciálásához kézenfekvő volt, hogy a talajmintavételi rácsot használjuk, hiszen a mintavételi eredmények mutatták egy-egy mintaterület (területrész) átlagos tápanyag ellátottságát, és a tápanyag ellátottság, tápanyag utánpótlás és a termésmennyiség között szoros összefüggés van.

A hozamtérképekből kiindulva az IKR Agrár Kft.-től szaktanácsadási szolgáltatás kereteiben kaptuk kézhez a műtrágyázási térképeket, terveket (18. ábra). A táblán az IKR Agrár Kft. által gyártott 26-os szuszpenziót használtunk, melynek összetétele 1000 kg szuszpenzióra nézve nitrogén 45kg, foszfor 126 kg, kálium 210kg, és a sűrűsége 1,34 t/m³.

Gyermelyi Zrt., 1142-079 (83), tábla
2019/2020 évi műtrágyázási terv, növény: kukorica
Műtrágya: alap, szuszp



18. ábra: A B-3 tábla differenciált műtrágyakijuttatási terve talajmintavételi rács – hozamtérképek szerint
 (forrás: Dr. Pecze Zsuzsanna)

Miután a differenciáltan kijutattuk az alpműtrágyát (foszfor és kálium) ugyancsak szaktanácsadás formájában elkészült a tőszám differenciálás (19. ábra). A területen P0216 nevű FAO 420-as szemes kukoricát vettünk, három tőzámsűrűséggel. A jobb területeken 81000 db mag került elvetésre hektáronként, a közepes területeken 71500 db, míg a gyenge termőhelyeken 60000 magot vetettünk. Az egész táblára nézve az átlagos vetett magmennyiség 71300 db/ha volt, vagyis a gyakorlatban vetett általánosan 72000 db/ha alatt maradt, ami már egy újabb lépés volt az inputanyag csökkentésben.



19. ábra: A B-3 tábla differenciált vetés előírása talajmintavételei rács – kombájn hozamtérképek szerint

(forrás: Dr. Pecze Zsuzsanna)

3.6.2. A műholdas cellahozam mérés alapján történő kukoricatermesztés

Az idei évben ezen a területen a műholdas cellahozam mérés módszerével új zónák kerültek meghatározásra, és a műveleteket ezek alapján végeztük el. A cellahozamok meghatározása több évre visszamenőleg a műholdfelvételek alapján történt (Cosima Kft.). A terület hozamképességének meghatározásában, és kezelési zónák kialakításában a tábla morfológiai adottságai is figyelembe lettek véve. Ezzel és az IKR Agrár Kft. szaktanácsadási szolgáltatásával egy új helyspecifikus művelési rendszer alapjai lettek megteremtve. A táblán a zónahatárok gyökeresen megváltoztak, az új zónák méretükben, alakjukban eltérnek a talajmintavételi rácstól. Az új zónák kijelölése a területrész terméspotenciálja alapján történt meg (20. ábra).



20. ábra: A B-3 tábla talajmintavételi rács szerinti és cellahozam méréssel kialakított zónái

(forrás: Dr. Pecze Zsuzsanna)

Az ábrán fekete színnel látható a talajmintavételi követelményeknek megfelelő rácsozat, és az így kialakított 11 cella. Piros színnel a cellahozam mérést követően kialakult zónák szerepelnek, és látható, hogy 2 zónával több jött létre ezzel az eljárással.

Amikor létrejöttek az új terméspotenciál alapú zónák ezekhez rendeltük a kiszórandó műtrágya dózisokat, és vetőmagdózisokat. A differenciált vetőmag kijuttatás térképét a 21. ábra mutatja be. A táblán a legjobban teljesítő 5 zónájába az idei évben 75000 db magot vetettünk, az átlagosnak mondható 4 zónába 71000 darabot, és a leggyengébb zónákba csupán 68000 db került elvetésre. Ezzel a módszerrel az előző évhez képest további 7 zsák kukorica vetőmagot ($7\text{db} \times 55870\text{ Ft} = 391090\text{ Ft}$) spóroltunk meg, azaz 6888 Ft-t hektáronként, az átlagosan vetett tőszám 70600 db/ha volt.



21. ábra: A B-3 tábla differenciált vetés előírása az előző évek cellahozammérése szerint

(forrás: Dr. Pecze Zsuzsanna)

4. AZ ELÉRT EREDMÉNYEK, AZOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA, ÉRTÉKELÉSE

A zóna-alapú növénytaplálásra, vetésre, komplett technológiára való áttérés nyilvánvalóan nagyobb hasznot fog hozni, mint a hagyományos növénytermesztési technológia. Ez közismert tény, számtalan forrást, kutatást lehet rá találni a nemzetközi és a hazai szakirodalomban (Gaál M et al.,2017)

Ezt a többletet azonban megbecsülni, megmérni nem egyszerű a gazdálkodóknak, és a mi gazdaságunkban sem. Ennek több oka lehetséges a mindennapos termelési folyamatokban. A Gyermelyi Vállalatcsoport növénytermesztési ágazata – ahogyan más nagyvállalatok is általában teszik - a termelési hatékonyság, a gépkihasználat érdekében a kisebb táblákat nagyobb tömbökbe szervezte és a gazdálkodás együttesen folyik ezeken a táblákon. A táblákon belül nyilván különböző, a zónáig lemenő differenciálással történik a gazdálkodás, azonban szinte soha nem kerül kialakításra úgynevezett kontrollterület a táblán belül. Vagyis nincs mihez hasonlítani évjáraton belül a differenciált műveletek eredményét.

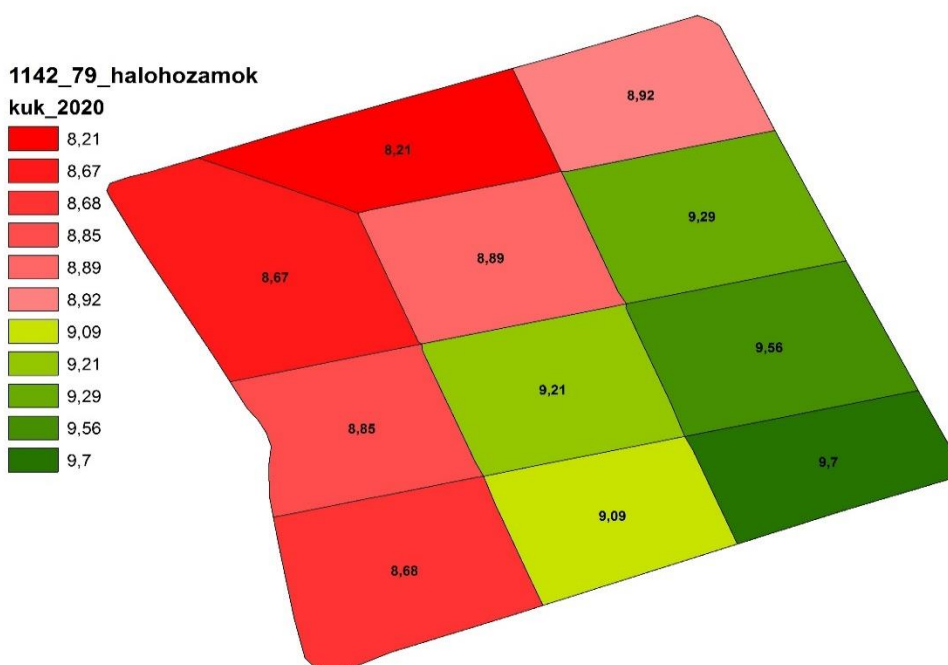
A mindennapos gazdálkodás során nem a kísérletezés kerül elsődlegesen célpontba, hanem a gazdaságos termelés, annak a technológiának az alkalmazása, amely a legjobb eredményt hozza a gazdasági szervezet számára. Mindenki számára ez az elsődleges cél, és ennek elérésének érdekében egy fejlődési folyamaton megy keresztül minden termelő szervezet. A fejlődési folyamatnak különböző szakaszai vannak, eltérő sebessége lehet, melyeket meghatároz a szervezetnek az innovációhoz való hozzáállása, a szervezet rugalmassága, és nem utolsósorban a tőke ellátottsága.

A Gyermelyi Vállalatcsoport elkötelezett híve a folyamatos fejlődésnek, fejlesztésnek, és a tudományos eredmények mihamarabbi mindennapos alkalmazásában, ezzel is növelve a versenyképességet, és a stabilitást. A növénytermesztési technológiákban a folyamatosan keressük azokat a megoldásokat, amelyekkel a termelésünk eredményesebb lehet, és a folyamatos fejlődés elkötelezettjei vagyunk.

4.1. A 2020 évi terméseredmények a vizsgált területen

A 2020-as termelési évben a 83 üzemi jelű tömbön, így a B-3-ás táblán is P0216 nevű kukorica került elvetésre 2020 április 18.-án. A terület differenciált tápanyag kijuttatást hajtottunk végre az IKR Agrár Kft. szaktanácsa alapján, illetve szaktanács alapján változó tőszámmal végeztük el a vetést is. Ezt követően a termelési folyamat a hagyományos kukoricatermesztési gyakorlatnak megfelelően zajlott le, a betakarítás időpontja 2020. október 28. – november 08. között volt.

A 2020-as termelési évben – mint kezdeti lépést a precíziós kukoricatermesztés irányába - a differenciálási zónáknak a sok évvel ezelőtti törvényi előírásoknak megfelelő talajmintavételi rácsot alkalmaztuk. Ennek az volt a kézenfekvősége, hogy 2016-tól a talajok alapműtrágyázása ezen rácsok alapján történt, vagyis a zónákon belül voltak homogénen elvégezve a kezelések. Ezzel a rácsmódszerrel így összesen 11 zóna került meghatározásra, és ezeknek a zónáknak terméseredményét a 22. és a 23. ábra mutatja be.



22. ábra: A B-3 tábla terméseredményei térben a talajmintavételi rácszat szerint

(forrás: Dr. Pecze Zsuzsanna)

A B-3 tábla terméseredménye a talmintavételi rácsozat szerint												
Zóna száma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Összesen
Zóna területe (ha)	4,18	5,1	5,33	4,03	4,31	4,79	4,8	4,49	6,82	4,46	5,68	54 ha
Zóna átlaga (t/ha)	8,92	9,29	9,56	9,70	9,09	9,21	8,89	8,21	8,67	8,85	8,68	8,99 t/ha

23. ábra: A B-3 tábla terméseredményei a talmintavételi rácsozat szerint

(forrás: saját munka)

A 83-as tömbön ebben az évben összesen 2527 tonna kukorica termett a 277 hektáron, vagyis az üzemi átlagtermés májusi morzsolt kukoricára vonatkozóan 9,12 t/ha volt. A vizsgált B-3-as táblán a termésátlag 8,99 t/ha volt, így ezen a táblán az átlagtermés a tömbátlag alatti lett. Ezen az 54 hektáros táblán a minimális és a maximális zónaátlag között 1,5 t/ha eltérés volt, és a szórás értéke 0,43.

Az adatokból jól látszik, hogy a tábla dél-keleti része egy jobb termőhelyi adottságokkal rendelkező résznek mondható. Az észak, észak-nyugati részen található a terület gyengébb adottságú részei, ahogyan az elmúlt években is tapasztalható volt.

A terméseredményeket vizsgálva a 2020-as évben a KSH adataiból kiderül, hogy a magyarországi tény kukorica termésátlag 8,6 t/ha volt (24. ábra). A gazdaság három megyében folytat termelést, így érintettségét tekintve a Fejér megyei átlag 7,74 t/ha, a Komárom-Esztergom megyei átlag 7,83 t/ha és a Pest megyei átlagtermés 8,22 t/ha volt. Ezekből az adatokból látszik, hogy tömb és tábla szinten is jobb eredményeket sikerült elérni 2020-ban, mint önmagukban a megyei átlagok, vagy a három megye súlyozott átlagtermés, vagy akár az országos átlag.

Kukorica termésátlagok 2020-2021

	2020		2021	
	Terület (ha)	Termésátlag (t/ha)	Terület (ha)	Termésátlag (t/ha)
Fejér megye	80 602	7,74	82 831	
Komárom-Esztergom megye	31 355	7,83	32 027	
Pest megye	47 666	8,22	54 143	
3 megye súlyozott átlaga	159 623	7,90	169 001	
Magyarország	981 006	8,58	1 076 061	6,00*
83 tömb átlag		9,12		8,50
B-3 tábla átlag		8,99		9,01

* a dolgozat készítésekor (2021.11.27.) becsült átlagtermés

24. ábra: A kukorica termésredmények 2020-2021

(forrás: KSH, saját munka)

A vizsgált terület 5 %-kal termett jobban az országos átlaghoz képest, míg a 3 megye súlyozott átlagát 14 %-kal múlta felül, és a területileg illetékes Pest megyei átlag felett volt 9 %-kal, ami már önmagában is komoly eredménynek mondható.

4.2. A vizsgált tömb gazdasági eredményei 2020-ban

A terület költségeit termelési egységenként, azaz tömbszinten tartjuk nyilván, mivel a munkák, és anyagok feladásának, könyvelésének alapegysége a vállalatnál a tömb. A költségek, és árbevételek alakulását a 25. ábra mutatja be.

A 2020-as évben a kukorica termesztése a 83 tömbön 29333 eFt nyereséget eredményezett, amely 105869 Ft hektáronkénti nyereséget jelent. Ebben az összegben a támogatások is benne szerepelnek, de amennyiben szűkebben a termelés, a gazdálkodás eredményességét nézzük, akkor is elmondható, hogy komoly jövedelmet hozott a kukoricatermesztés. Fedezeti szinten is 98365 Ft volt a nyereség hektáronként, összesen 27247 eFt jövedelem keletkezett.

83 TÖMB ÜZEMI EREDMÉNYE 2020 ÉVBEN		
Terület nagysága 277 ha		
KÖLTSÉGEK	ÖSSZESEN (Ft)	FAJLAGOS (Ft/ha)
Mezei leltár		
Erő- és munkagép	10 742 837	38 783
Anyagok	10 019 477	36 171
műtrágya	7 558 824	27 288
növényvédőszer	1 970 653	7 114
vetőmag	490 000	1 769
Szolgáltatások	58 000	209
Üzemi általános felosztása	843 195	3 044
	21 663 509	78 208
Folyó évi költségek		
Erő- és munkagép	38 336 447	138 399
Anyagok	33 087 991	119 451
műtrágya	9 645 600	34 822
növényvédőszer	9 863 906	35 610
vetőmag	13 578 485	49 020
Szolgáltatások	18 188 565	65 663
termény szállítás	3 961 225	14 300
termény szárítás	13 950 340	50 362
szaktanácsadás	277 000	1 000
Kárenyhítési hozzájárulás	217 771	786
Üzemi általános felosztása	243 578	879
	90 074 352	325 178
KÖLTSÉGEK ÖSSZESEN	111 737 861	403 386
HOZAMOK		
Főtermés (t)	2 527,00	9,12
Egységár (Ft)	55 000	
Árbevétel (Ft)	138 985 000	501 751
FEDEZET (Ft)	27 247 139	98 365
Földbérleti díjak (Ft)	14 966 972	54 032
Támogatások (Ft)	15 562 532	56 182
Jövedékiadó visszatérítés (Ft)	1 490 494	5 381
EREDMÉNY (Ft)	29 333 193	105 896

25. ábra: A 83. tömb költségei, bevételei a 2019-2020 mezőgazdasági évben

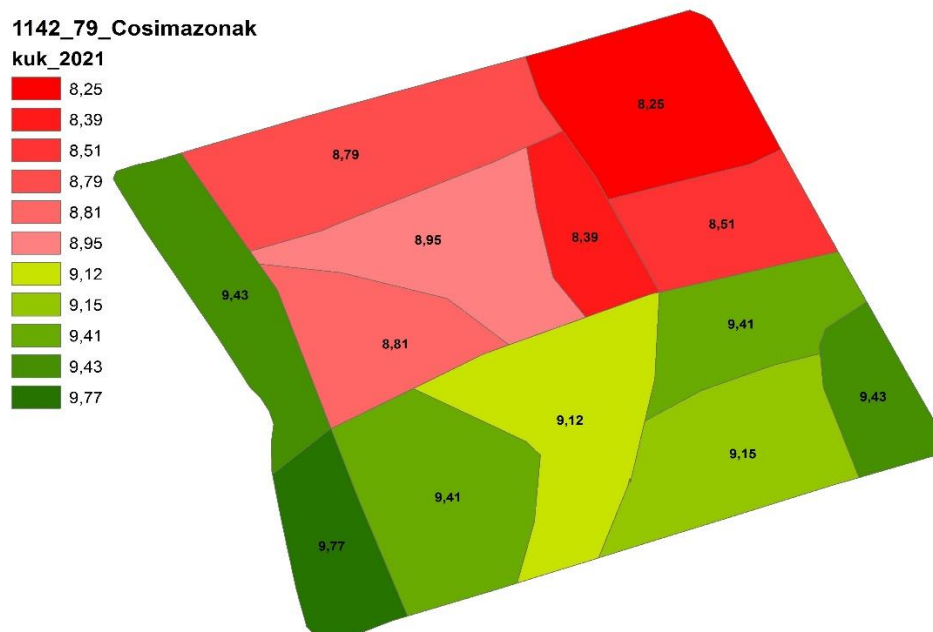
(forrás: saját munka)

4.3. A 2021. évi terméseredmények a vizsgált területen

2021-ben a vizsgált területen ugyancsak kukorica, és ugyanaz a hibrid került elvetésre. A zónák meghatározása azonban teljesen más módszerrel történt. Ebben az évben nem a talajmintavételi rács alapján kerültek meghatározásra a zónák, hanem a terméspotenciál alapján. A hozamot használtuk fel az zónahatárok kijelölésére, és pedig azért mert a hozamban összegződik minden olyan hatás, ami a növénytermesztést befolyásolja. A hozamban jelennek meg együttesen a termőhelyi adottságok, a fajta, a hibrid, a termesztés technológia, és az évjáráthatás kölcsönhatásai, ebben realizálódik a termelés eredményessége.

A Cosima Kft. cellahozam mérési eljárásának segítségével lettek meghatározva az új zónahatárok, és az IKR Agrár Kft. szaktanácsadási rendszerében történt meg a tápanyag utánpótlás, illetve a differenciált tőszámjavaslat. A kukorica termesztéstechnológiája itt egy szintet lépet a vállalat életében, hiszen a zóna kialakítás nem egy törvényi előírásból indult ki, hanem a termelés legfontosabb paramétere, mérőszáma a hozam szempontjából.

A 2021 évi terméseredményeket a vizsgált terület tekintetében a 26. és a 27. ábra mutatja be.



26. ábra: A B-3 tábla terméseredményei térben az új cellahozaméréssel kialakított zónák szerint 2021-ben
(forrás: Dr. Pecze Zsuzsanna)

A B-3 tábla 2021. évi terméseredménye a cellahozam mérés szerint kialakított zónák szerint														
Zóna száma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Összesen
Zóna területe (ha)	5,23	6,17	3,32	2,24	4,93	3,94	3,43	3,61	2,22	5,74	4,9	5,47	2,8	54
Zóna átlaga (t/ha)	8,25	8,79	8,51	8,39	8,95	9,43	9,41	8,81	9,43	9,12	9,15	9,41	9,77	9,01

27. ábra: A B-3 tábla terméseredményei az új cellahozaméréssel kialakított zónák szerint 2021-ben
(forrás: saját munka)

Látható, hogy ebben a módszerben 13 zóna került kialakításra, és a zónák átlagos területe lecsökkent ezzel. Vizsgált tábla termésátlaga 9,01 t/ha volt, ami matematikailag magasabb, mint az előző évi átlagtermés (8,99 t/ha), azonban ez nem biztos, hogy a zónakialakításnak az eredménye, számos más tényező is befolyásolhatja ezt (pl. évjáráthatás).

Ami hasonló az előző évhez képest az az, hogy megmaradt erős termőhelynek a tábla dél-keleti oldala, és megmaradt gyengébb adottságúnak az észak, észak-nyugati rész. Viszont a jó adottságúak közé lépett elő a nyugati széle a táblának. Ennek oka a terepi, termőhelyi adottságnak köszönhető, mivel ez a táblarész egy lerakódásos része a táblának. A 28. ábrán megfigyelhető, hogy a tábla nyugati oldalán egy vízválasztó vonal helyezkedik el, és még ilyen kismértékű lejtés mellett is van jelentősége a kitérttségnek.



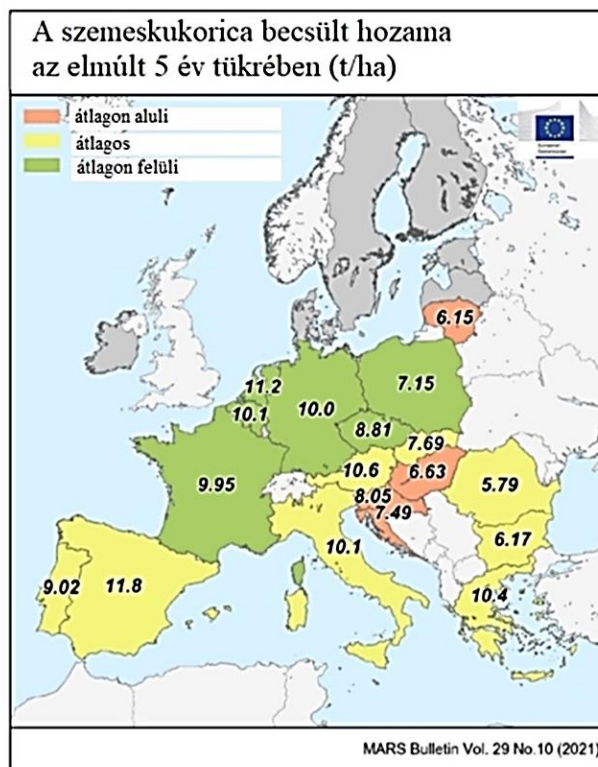
28. ábra: B-3 tábla domborzata (10x magassági torzítás) a Sentinel-2 felvételén (2020.09.09.)

(forrás: Cosima Kft.)

Ezek a nyugaton elhelyezkedő átlag felett teljesítő 12. és 13. zónák összességében 8,27 hektár területnagysággal rendelkeznek, ami a vizsgált tábla 15,3 %-a. Amennyiben a termésátlagukat is megvizsgáljuk, láthatjuk, hogy a legjobban teljesítő zónák közé léptek elő, és az átlagtermést 400 és 760 kg-mal múlták felül, így ezekben a zónákban összesen 4,316 tonna kukorica termet a táblaátlaghoz képest.

Kitekintve a tömbre a termésátlag 8,55 t/ha lett, ami elmarad a vizsgált táblaátlagtól átlagosan 0,46 tonnával. Vagyis az idei évben a tábla termésátlaga felülmúlja a tömbét, az elmúlt évben ez fordítva volt. Az idei évben még nem állnak rendelkezésre KSH megyei átlagok (24. ábra), illetve a KSH országos kukorica termésátlag sem. A 2021. november elején készült Európai Unió becslések alapján (29. ábra) a hazai kukorica átlagtermés 2021-ben 6,63 t/ha körül várható, mely 23%-kal alul maradhat a tavalyi átlagnak, és az elmúlt 5 éves átlagterméstől is 18%-kal lehet kevesebb (Internet 9, 2021.11.27.).

Country	Kukorica átlaghozam (t/ha)				
	5 éves átlag	2020	Idei becsült átlag	Idei vs 5 éves átlag (%)	2021 vs 2020 (%)
EU	7.76	7.32	7.79	+ 0.4	+ 6.4
AT	10.6	11.3	10.6	+ 0.1	- 6.5
BE	9.63	7.67	10.1	+ 5.4	+ 32
BG	6.36	5.10	6.17	- 3.1	+ 21
CY	—	—	—	—	—
CZ	8.09	9.46	8.81	+ 8.8	- 6.9
DE	9.36	9.59	10.0	+ 7.2	+ 4.6
DK	—	—	—	—	—
EE	—	—	—	—	—
EL	10.3	9.89	10.4	+ 1.1	+ 5.1
ES	11.7	12.3	11.8	+ 1.1	- 3.4
FI	—	—	—	—	—
FR	8.73	8.03	9.95	+ 14	+ 24
HR	8.39	8.96	7.49	- 11	- 16
HU	8.12	8.62	6.63	- 18	- 23
IE	—	—	—	—	—
IT	10.3	11.2	10.1	- 2.1	- 10
LT	6.83	6.95	6.15	- 10	- 12
LU	—	—	—	—	—
LV	—	—	—	—	—
MT	—	—	—	—	—
NL	9.81	10.7	11.2	+ 15	+ 4.8
PL	6.59	7.10	7.15	+ 8.4	+ 0.6
PT	8.81	9.22	9.02	+ 2.4	- 2.1
RO	5.65	4.11	5.79	+ 2.4	+ 41
SE	—	—	—	—	—
SI	9.23	10.8	8.05	- 13	- 25
SK	7.58	8.58	7.69	+ 1.5	- 10



29. ábra: Kukorica várható terméseredmények az Európai Unió területén

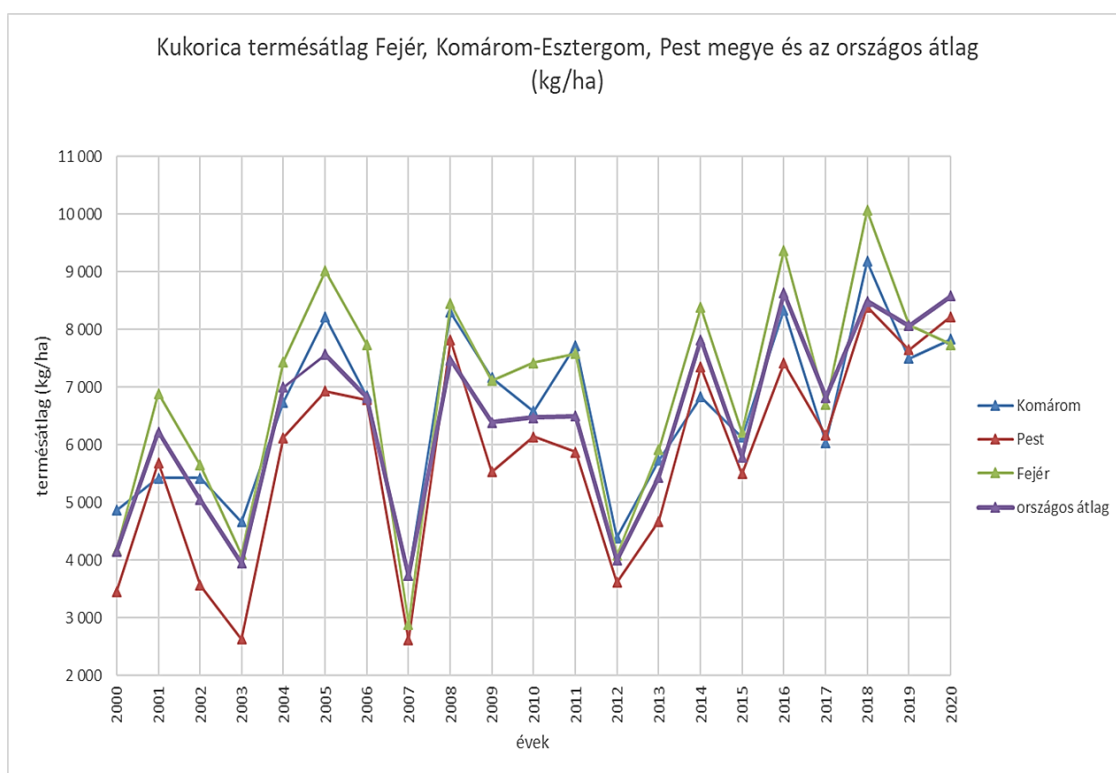
(forrás: <https://mezohir.hu/2021/11/05/hazai-es-europai-termes-kukorica-napraforgo-mezogazdasag/>)

Azonban a hónap végén már a hazai források ennél kisebb várható termésmennyiségről, termésátlagról beszélnek. Várhatóan a betakarítás vége felé az országos kukorica termésátlag 6 tonna körül alakul majd (Internet 10, 2021.11.27.).

Amennyiben ehhez a várható 6 t/ha országos átlaghoz hasonlítjuk a saját idei átlagokat, akkor a következőt kapjuk:

- 83 tömbátlag 8,55 t/ha 142,5%
- B-3 táblaátlag 9,01 t/ha 150,1%

Tovább vizsgálva, elemezve az idei elért eredményeket érdemes megnézni a múlt átlagos kukorica terméseredményeit. Az elmúlt 20 év tény kukorica termésátlagait országosan, és a három megyére vonatkozóan a 30. ábra mutatja be.



30. ábra: Kukorica termésátlagok 2000-2020

(forrás: KSH)

Az idei várakozásokhoz hasonló eredmények születtek 2001-ben, 2009-ben, 2010-ben, 2013-ban, és 2015-ben (31. ábra).

Kukorica termésátlagok 2001, 2009, 2010, 2013, 2015

	2001		2009		2010		2013		2015		5 év súlyozott átlaga
	Terület (ha)	Termésátlag (t/ha)	Terület (ha)	Termésátlag (t/ha)	Terület (ha)	Termésátlag (t/ha)	Terület (ha)	Termésátlag (t/ha)	Terület (ha)	Termésátlag (t/ha)	
Fejér megye	85 289	6,89	87 210	7,11	86 010	7,42	90 529	5,91	89 615	6,21	6,70
Komárom-Esztergom megye	28 209	5,42	33 960	7,16	35 554	6,58	33 158	5,73	35 540	6,13	6,24
Pest megye	51 143	5,69	50 135	5,53	48 859	6,14	51 133	4,67	57 578	5,50	5,50
3 megye súlyozott átlaga	164 641	6,27	171 305	6,66	170 423	6,88	174 820	5,51	182 733	5,97	6,25
Magyarország	1 258 120	6,22	1 177 321	6,39	1 078 825	6,47	1 230 253	5,44	1 146 127	5,79	6,05

31. ábra: Kukorica termésátlagok 2001, 2009, 2010, 2013, 2015

(forrás: saját munka)

Azoknak az éveknek az öt éves súlyozott termésátlaga, amelyek hasonlítanak az idei becsült országos termésátlaghoz 6,05 t/ha a számítások szerint. Ez a súlyozott átlag megfelel a jelenlegi becslések szerinti várakozásoknak. Ezt feltételezve, és a megyei súlyozott átlagokat is elfogadva, az idei tény termésmennyiségekkel összehasonlítva, a 32. ábrán bemutatva a következő eredményt kapjuk.

Termésátlagok összehasonlítása

	5 év súlyozott átlaga (t/ha)	83 tömb átlaga (t/ha)	Termés- többség (%)	B-3 tábla átlaga (t/ha)	Termés- többség (%)
Fejér megye	6,70	8,55	128%	9,01	135%
Komárom-Esztergom megye	6,24		137%		144%
Pest megye	5,50		155%		164%
3 megye súlyozott átlaga	6,25		137%		144%
Magyarország	6,05		141%		149%

32. ábra: Kukorica termésátlagok összehasonlítása

(forrás: saját munka)

Elmondható, hogy kísérleti tábla eredménye a tavalyi évvel összevetve nemcsak matematikailag több, hanem nagy bizonyossággal az alkalmazott módszernek köszönhető ebben a gyenge évjáratban is. Az elmúlt évben alkalmazott módszerrel az országos termésátlagot 4,8 %-kal sikerült felülmúlni, az idei esztendőben ez akár 49 % is lehetséges, vagyis minimum 44% többlethozamot eredményezett természetes mutatóban az új zónázási eljárás. Ha földrajzilag szűkebb körben, a három megye súlyozott átlagához hasonlítjuk a táblánkat, akkor is minimum 30 % plusz várható (144%-114%), és a Pest megyei várható eredményhez képest is plusz 55% (164%-109%).

4.4. A vizsgált tömb gazdasági eredményei 2021-ben

A gazdasági eredményességet megvizsgálva fontos leszögezni, hogy egy teljesen más gazdasági körülményeket hozott a 2021-es év. Ebben az évben sokkal magasabb árakon realizálódtak az inputanyagok árai, de a végtermék (kukorica) ára is soha nem látott magasságokat ért el. A nyereségesség ilyen gazdasági környezetben szinte biztos volt, és fedezeti ponton is 91308 eFt nyereség várható, aminél kicsit jobb lehet a támogatások beérkezése, és a földbérleti díjak kifizetése utáni eredmény (33. ábra), melynek összege 93644 eFt is lehet. Ez a tavalyi év eredményéhez hasonlítva 319%. Fontos azt is leszögezni, hogy a támogatások mértéke, és a jövedéki adó visszatérítése csak becült adat, a dolgozat készítésének időpontjában, mivel nem állnak rendelkezésre még a pontos összegek (Magyar Államkincstár határozatai). Becült költség az üzemi általános nagysága is, hiszen ez csak a gazdasági év végén derül ki, akkor kerül felosztásra a növények között.

83 TÖMB ÜZEMI EREDMÉNYE 2021 ÉVBEN		
Terület nagysága 277 ha		
KÖLTSÉGEK	ÖSSZESEN (Ft)	FAJLAGOS (Ft/ha)
Mezei leltár		
Erő- és munkagép	12 575 800	45 400
Anyagok	8 290 080	29 928
mútrágya	8 290 080	29 928
növényvédőszer		-
vetőmag		-
Szolgáltatások		-
Üzemi általános felosztása	221 537	800
	21 087 417	76 128
Folyó évi költségek		
Erő- és munkagép	32 808 360	118 442
Anyagok	45 743 343	165 138
mútrágya	12 740 100	45 993
növényvédőszer	19 343 028	69 830
vetőmag	13 660 215	49 315
Szolgáltatások	9 708 167	35 048
termény szállítás	3 901 680	14 085
termény szárítás	3 858 487	13 930
szaktanácsadás	1 948 000	7 032
Kárenyhítési hozzájárulás	324 488	1 171
Üzemi általános felosztása	300 000	1 083
	88 884 358	320 882
	109 971 775	397 010
HOZAMOK		
Főtermés (t)	2 368,00	8,55
Egységár (Ft)	85 000	
Árbevétel (Ft)	201 280 000	726 643
Fedezet (Ft)	91 308 225	329 633
Földbérleti díjak (Ft)	14 696 192	53 055
Támogatások (Ft)	15 541 349	56 106
Jövedékiadó visszatérítés (Ft)	1 490 495	5 381
EREDMÉNY	93 643 877	338 065

33. ábra: A 83. tömb költségei, bevételei a 2020.-2021. mezőgazdasági évben

(forrás: saját munka)

5. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

A Gyermelyi Vállalatcsoport növénytermesztési ágazata a földrajzi elhelyezkedéséből kifolyólag nem rendelkezik optimális természeti adottságokkal ahhoz, hogy rekordterméseket érjen el. Azonban elkötelezett híve a folyamatos fejlődésnek, az új gépek, eljárások, módszerek bevezetésében a gazdálkodása során. A fenntarthatóságot is figyelembe véve kézenfekvőnek tűnik, hogy a precíziós gazdálkodásban rejlő előnyöket kihasználja, és a helyspecifikus gazdálkodás elemeit bevezetve nyereséges növénytermesztést folytasson.

A gépbeszerzések, gépcserék során ennek a lehetőségnek a megteremtése fontos szempont volt, vagyis megkezdődött a precíziós gazdálkodás alapjainak megteremtése. Amikor az erő- és munkagépi háttér rendelkezésre állt, és a további lépcsőfokokhoz az adatok összegyűltek, megkezdődhetett az adatok információkká alakítása, azok felhasználása a termesztéstechnológiába. Szaktanácsadási munkát igénybe véve kezdődött meg 2015-ben a talajok differenciált tápanyag visszapótlása, első lépésben a foszforra és káliumra koncentrálni, majd később a fejtrágyázás során a nitrogénre is. 2018-ra az összes szántóterületen (8300 ha) már így valósult meg a műtrágyaszórás. Ezen folyamatok során a jogszabályi előírásoknak megfelelően lettek kialakítva a kezelési egységek, a zónák. Ez a lépés is már egy hatalmas fejlődés volt az átlagműveléshez képest, hiszen itt már az inputanyagokat jobban tudtuk elosztani, és ezzel költséghatékonyabbá vált a gazdálkodásunk.

Következő lépcsőfok a tőszámváloztatás volt, és ennek bevezetése is fokozatosan zajlott le 2016-tól. Saját felkészültségünk mellé sok-sok tapasztalatot gyűjtve végeztük a közös munkát tovább az IKR Agrár Kft.-vel. Ennek a munkának köszönhetően 2018-ban a teljes kukoricaterületen alkalmaztuk a műtrágyázás mellett a differenciált tőszámmal történő vetést, ami további költségmegtakarítást, és hozamemelkedést eredményezett.

A kezdetekben használt 5 ha-os háló alapvetően egy országos tápanyag-gazdálkodás stratégiai szempontjait vette figyelembe, azonban mi a saját tábláinkon tovább akartunk menni a differenciálással a hozamok figyelembevételével. Ennek döntő lépése a megfelelő módszerrel kialakított kezelési egységekre, zónákra történő felbontás. Itt már a táblák tényleges adottságai, szabdaltsága, talaja, domborzata, sajátos heterogenitása, sőt a rendelkezésre álló gépi technológia is szerepet játszik a megoldásban. Több megoldás áttanulmányozása, és kísérletek alapján az IKR Agrár Kft. és Cosima Kft. megoldását találtuk megfelelőnek ahhoz, hogy egy újabb lépcsőfokra lépjünk a helyspecifikus gazdálkodásunkban.

A műholdas cellahozamméréssel meghatározott zónák a hozamból kiindulva kerülnek kialakításra, és rájuk építhető a teljes tápanyag kijuttatás mind az alaptrágyázás, mind a fejtrágyázás területén. Továbbmenve nemcsak a növénytáplálásokat, hanem a vetésnek a differenciálását is ezen új zónák alapján végeztük el a kukorica vetésterületeken.

A két módszer összehasonlítását egymáskövető éveken végeztük el ugyanazon a területen, ugyanazzal a hibridet vetve. Igyekeztünk az agrotechnikai elemeket is úgy megválasztani, hogy azok alapjaiba nem térjenek el a két évben egymástól. A módszerek hatását akartuk bemutatni a hozamra, mint a termelés egyik legfontosabb mutatószámára.

A vállalat ideai terméseredményit összehasonlítva az országos eredményekkel, a megyei eredményekkel elmondható, hogy az új cellahozamok alapján meghatározott zónákkal a kukoricatermesztés eredményesebb volt a természetes mutatókat tekintve is. Az egyszerűbb talajmintavételi rácsokhoz képest 30-50% terméstöbbletet eredményezett ennek a módszernek a használata, ami az ideai kukorica árakkal számolva komoly gazdasági eredménnyel is szolgál.

Ennek a módszernek nagy előnye, hogy a múltbeli adatok alapján is könnyen át lehet állni a precíziós gazdálkodásra, nem szükséges kísérletezni éveken át egy nagygazdaságnak azzal, hogy a zónákat „megtalálják”, és az azokhoz illeszkedő tápanyag és tőszám differenciálást megoldják. A kísérletezés mindig jövedelemcsökkentő, és a nagygazdasági hatékony munkavégzéssel nem mindig összeegyeztethető.

A cellahozam mérést, egy a gépparktól független módszer. Ezzel akár a gépek kalibrálását, és a művelés hatásainak dokumentálását, felmérését megoldani képes eszközt. A zónák stabilak, legyen jobb, vagy rosszabb évjárat. Törekedni kell a minél hatékonyabb termelésre, illetve az optimális alapanyag felhasználás mellett a hozamok maximalizálására.

Napjainkban a nagyüzemeknél a magasan kvalifikált munkaerő hiánya jelenti az egyik, legnagyobb gondot. Az olyan módszerekkel, amelyek a megbízható, valós adatokat, eredményeket szolgáltatnak könnyen ki lehet használni a rendelkezésre álló technikában rejlő lehetőségeket, és a tervek szerinti munkavégzéssel a gépkezelők egyre kisebb hibázási lehetőséggel rendelkeznek.

6. SUMMARY

A modern, large scale crop production farm should inevitably follow the precision technology. There are numerous advantages of the properly managed precision technology over the traditional one. The primary task of farm management is to make use of these advantages.

There are also many ways and methods to select from the site-specific management of cropping. Some of the farms have got the appropriate equipment and also maintain a rich data base on their soils and fields, their cultivation and production covering many years. The farmers, in cooperation with an extension service, generally apply the precision technology on a part of their farms annually. At the end of the crop year a thorough analysis is done to help in the decision, or alterations for the next year cropping technology.

The Gyermelyi Co. has followed just the similar approach which led to a decision to gradually introduce the precision technology to its arable sector. After a massive yield data collection by the combines for more years, the nutrition replenishment has been put on a variable rate regime supported also by extension service providers since 2016. The next step was the introduction into sowing so that the variable rate seeding started in 2018.

At the very beginning the soil sampling grid served as a basis for the crop management, having the 5ha boxes the starting management zones. This grid followed from the national regulations for soil protection. To proceed, it was recognized soon, that it is the yield -as a central parameter of crop production- that should serve as the basis for the zones' delineation. The assessment of a more years' yield series on the elementary 20x20m units of the fields (cells) that are provided by a unique satellite image series technique was selected to the zone delineation, as the central module in the development of the precision program of the farm.

Applying this approach there is no need for special cultivation equipment and some years (3-5) introductory period. Beyond the crop yields the profit is certainly a priority parameter of the cultivation efficiency. In this diploma study I put a special emphasis on the demonstration and analysis of cropping efficiency on the introduction of this satellite based cell-yield assessment technology into the precision crop production management of our company. There is an analysis provided concerning the crop yields and also the financial results coming from this approach. It is clearly proven that the crop yield increased by 30% the minimum which directly resulted in a proportional improvement in financial efficiency.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Borovics Attila: Precíziós gazdálkodás innovációs forradalom a mezőgazdaságban NAIK előadás 3p.
2. Csornai Gábor (2021): Egyedei zónalehatárolással törekednek a leghatékonyabb termelésre Gyermelyen, Agro Napló 2021:3 77p.
3. Dobos Attila Csaba (2013): Precíziós növénytermesztés 3p.
4. Doerge, T., 1999. Defining management zones for precision farming. Crop Insights, 8(21):1–5.
5. Erdeiné Késmárki-Gally Szilvia (2020): A precíziós gazdálkodás jelentősége a mezőgazdaság versenyképességében, Multidiszciplináris kihívások, sokszínű válaszok 2020 2. szám 44-45 pp.
6. Gebbers R. – Adamchuk V. (2010): Precision Agriculture and Food Security, Science, 828-831pp.
7. Gaál Márta et al (2017): A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata, 41p.
8. Gaál Márta (2020): Precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata 11p.
9. Dr. Láng Vince – Veres Zsófia (2018): Precíziós gazdálkodás E-book 4p.
10. Milics Gábor – Mesterházy Ákos (2014): Hozamtérképezés, Agro Napló 2014:5 77-78pp.
11. Dr. Pecze Zsuzsanna (2021): Precíziós szolgáltatások a hatékonyság és az eredményesség növelése érdekében nyomonkövethetően, megbízható eljárásra alapozva 3p.
12. Robert Gebbers – Viacheslav I. Adamchuk: Precision Agriculture and Food Security Science 327(5967): 828-831pp.
13. Szabó Bálint (2011): Adatbázis-kezelés, Eszterházy Károly Főiskola, e-tankönyv
14. Tey, Y. S. and Brindal, M. (2012): Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. Precision Agriculture 13:713-730

15. Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata (2021) PROJEKT_modul_bevazetes_pptx.pdf előadás
16. Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata (2011): Fotointerpetáció és távérzékelés, 4 Távérzékelte felületek kiértékelése 12p.
17. Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata (2011): Fotointerpetáció és távérzékelés, 6 Távérzékelés alkalmazási területének áttekintése 26-38pp.
18. Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata (2020) Mezőgazdasági adatok értékelése, Magyar Mezőgazdaság (0025-018X): 75 29 pp 26-28
19. Internet 1.: <https://www.zmkik.hu/hu/zala-megyei-kereskedelmi-es-iparkamara/cikkek/einstein-es-az-uzleti-internet-vilaga-rendezveny-a-sikeresebb-weboldalakrol-55626?print=1>
20. Internet 2.: <https://www.axial.hu/gps/vantage/adatmanagement/zonazas>
21. Inetrnet3.: <https://www.axial.hu/ndvi>
22. Internet 4.: <https://www.axial.hu/hozammero-rendszer-kalibralasa>
23. Internet 5.: <https://www.axial.hu/gps/vantage/adatmanagement/maxi-hozam-muholdas-hozamterkepezes>
24. Internet 6.:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwifgqfNtPTzAhUcg_0HHX5NCjoQFnoECCUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F227290230_Precision_Agriculture_and_Sustainability&usg=AOvVaw038ja2TuDU0yAvga0NwPIq
25. Internet 7.: https://hu.wikipedia.org/wiki/Sentinel%E2%80%932#cite_note-1
26. Internet 8.:
[https://www.ipni.net/publication/ssmg.nsf/0/C0D052F04A53E0BF852579E500761AE3/\\$FILE/SSMG-02.pdf](https://www.ipni.net/publication/ssmg.nsf/0/C0D052F04A53E0BF852579E500761AE3/$FILE/SSMG-02.pdf)
27. Internet 9.: <https://mezohir.hu/2021/11/05/hazai-es-europai-termes-kukorica-napraforgo-mezogazdasag/>
28. Internet 10.: <https://www.agrarszektor.hu/noveny/itt-az-igazsag-a-hazai-napraforgorol-es-kukoricarol-meglepo-adatok-lattak-napvilagot.34094.html>
29. Internet 11.: <https://www.indexdatabase.de>

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzatának azt, hogy idejét és energiáját nem sajnálva segítséget nyújtott szakdolgozatom elkészítésében. A konzultációk alkalmával folyamatos biztosított szakmai támogatásával, szakértelmével, melyek nagy segítségek voltak számomra.

Ugyancsak szeretném megköszönni Dr. Pecze Zsuzsannának az IKR Agrár Kft. Technológiai Fejlesztési ágazatvezetőjének szakmai segítségét a dolgozat elkészítésében. Komoly segítséget nyújtott a dolgozatban a szakmai elemzések elkészítésében, és számos útmutatással, tanáccsal látott el a megírás során.

Nem utolsó sorban szeretném megköszönni Csornai Gábornak a Cosima Kft. ügyvezetőjének az idejét, és lelkes munkáját. Folyamatosan biztosított szakmai tanácsokat, elemzéseket, melyek hatalmas segítségek voltak a munkám során.