



Szalkai István

VESZÉLYES ÜZEMEK VIZSGÁLATA DRÓN ESZKÖZÖKKEL

Absztrakt

Az alkalmazott kutatásom egyik iránya olyan kereskedelemben nem beszerezhető drón eszközökre, mint szállító platformra telepíthető szenzor vagy szenzor csoport kialakítása, illetve kifejlesztése. A fejlesztés eredményeként kifejlesztett mérések elvégzésére optimalizált drón eszközök zárt láncú adatátvitelen keresztül egybekapcsolhatók és alkalmasak a tapasztalati vagy mért adatok továbbítására. A saját helyváltoztatásukat saját maguk biztosító drón eszközre telepített mérőeszközök alkalmasak lehetnek veszélyes üzemek ember vezérelt, vagy autonóm vizsgálatára, illetve a felügyeletükhöz szükséges folyamatos mérések elvégzésére.

Kulcsszavak: drón, veszélyes üzemek vizsgálata, autonóm mérőeszközök

INSPECTION OF HAZARDOUS PLANTS WITH DRONE DEVICES

Abstract

One of the directions of my research is to design or develop a sensor or a group of sensors that can be installed on non-commercial drone devices such as a transport platform. As a result of the improvement, the optimized drone can be connected via closed-loop data transmission and are suitable for the transmission of experiential or measured data. Measuring devices installed on a drone, which is capable of relocating may be suitable for human-controlled or autonomous inspection of hazardous plants and to carry out the continuous measurements required for their supervision.

Keywords: drone, inspection of hazardous plants, autonomous measuring instruments



1. BEVEZETÉS

A drónok olyan pilótanélküli, távirányított, repülni képes eszköz, amelyek elterjedése és használata egyre gyakoribb. A drónokat ma már számos területen alkalmazzák, hatékonyságuk a védelmi szférában is megmutatkozott. Az eszköz hatékonyan alkalmazható a katasztrófavédelemben is [1] többek között árvízi védekezés esetén [2] vagy erdőtüzek felderítése során [3], de ma már közszolgálati alkalmazásának lehetőségei is megnyíltak [4]. Ez szintén igazolja a tűzvédelmi szakterület komplexitását [5].

Kutatásom egyik iránya, annak megállapítása, hogyan használhatók a drónok a veszélyes üzemek működésével összefüggő műszaki adatok mérésére, illetve a kifejlesztett drón platformra felépített mérőeszközök milyen módon lehetnek alkalmasak ezen üzemek működésének felügyeletét ellátó mérőeszközök közé történő integrációra.

A veszélyes üzemek működéséhez szükséges hatósági működési engedélyek elbírálásához szükséges vizsgálatoknál, valamint az ipari berendezések műszaki felügyeleti munkái során a legtöbb esetben nehezen megközelíthető és veszélyes munkakörülmények között, nagy tapasztalattal rendelkező szakembereknek kell az ipar területeken vagy az üzemelő berendezéseken dolgozniuk [6]. A közvetlen, manuálisan irányított mérések, és vizuális ellenőrzések adatait helyszíni vizsgálat után további irodai munka során dolgozzák fel, dokumentálják majd elemzik az eredményeket. Ezeket az ellenőrzési, felügyeleti munkákat gyakran jelentős állványozási, daruzási előkészítő munkák előzik meg. Ez mind időigényes feladat, ami jelentős költségeket is jelent. Ezt a valós piaci igényt felismerve a kutatási feladataim sorába illesztettem egy olyan drónszenzoros rendszer fejlesztését, amely mind a veszélyes üzemeket működtető vállalkozások életében, mind pedig a mérőeszköz gyártó vállalkozások életében egyedülállónak és újdonságnak számítanak.

A fejlesztési folyamat eredményeként létrehozni kívánt drón eszközre telepített mérőeszköz vagy mérőeszköz csoport jelentősen csökkentené az üzemi vizsgálati munkák, mérések időtartamát, növelné a kiértékelés pontosságát, egyszerűsítheti az ismétlődő vizsgálatok elvégzését, továbbá igen fontos szempontként növelné az egyre szigorodó munkavédelmi és egészségvédelmi előírások betarthatóságát. A kitűzött műszaki fejlesztési célok elérése esetén



költséghatékonyabb eszközök állnának rendelkezésre a veszélyes üzemek üzemeltetői, illetve létesítésük esetén azok beruházói és kivitelezői részére is.

A kutatásom fő iránya egy olyan szenzor csoport létrehozása, amelyek drónnal egybekapcsolhatók és képesek a tapasztalt, mért adatok továbbítására, egy megfelelő adatátviteli rendszer segítségével. A tervezett eredménnyel két felhasználói csoportot is ki tudunk majd szolgálni. Egyrészt a műszaki felügyeleti terheket lehet majd csökkenteni, másrészt ez hatékonyabb megoldást kínál az ellenőrzésre és a vizsgálatokra is. A vizsgálatokat követő dokumentáció elkészítése és archiválása is lényegesen könnyebbé tehető. Ezen folyamatok eredményeképpen a veszélyes üzemeket felügyelő hatósági munka átláthatóbbá és könnyebben kezelhetővé válna, a feljük benyújtandó dokumentumok könnyebb kezelhetősége miatt.

2. A PIACI POTENCIÁL VIZSGÁLATA

A piaci potenciál nagyságát a felhasználói célcsoport meghatározása már körvonalazta. Magyarországon folyamatosan emelkedik a beruházások száma, ezzel együtt elkerülhetetlen a műszaki felügyelet, az ellenőrzés és a tervezés. Mivel ez sokszor időigényes, költséges és olykor veszélyes tevékenység is, ennek érdekében ki kell dolgozni egy drónszenzoros rendszert, amely egyedülálló lehet a piacon. Összességében a sajtóból is lehet tudni, hogy az előttünk álló időszakban a Paksi beruházás helyszíni munkavégzésre megadott előzetes száma 10,3 milliárd dollárra tehető, míg a MOL Poliol üzeme 1,8 milliárd dollár, az ehhez kapcsolódó műszaki felügyeleti tevékenység piaci volumene a 12 milliárdos beruházás 1,5-3%-át teheti ki. Ha csupán csak ezt a két tételt vizsgáljuk, akkor is láthatjuk, hogy jelentős a piaci potenciál.

A TAM CERT Magyarország Vizsgáló és Tanúsító Kft. a drónszenzoros műszaki felügyeleti tevékenység bevezetésével egyrészt ezen piaci szegmens vezetői szolgáltatójává válhat első ipari felhasználóként, másrésztől a technológia elterjesztésével – képzések, tréning, tanácsadás – a saját piaci pozíciójának további erősítése mellett az üzemeltetők számára egy innovatív technológia bevezetését segíthető elő.



3. POTENCIÁLIS FELHASZNÁLÓK

Elengedhetetlen azoknak a potenciális felhasználóknak a meghatározása, ami ahhoz kell, hogy megfelelően hasznosítani lehessen a fejlesztéseket. Ez igaz akkor is, ha saját erőből történik a K+F+I tevékenység finanszírozása és különösen igaz, amikor külső erőforrást (pályázati támogatás, pénzügyi hitel) tudunk igénybe venni.

A műszaki fejlesztést megelőzően pontosan meghatározhatjuk, hogy kinek, milyen csatornákon keresztül juttathatjuk el a termék hírért és üzenetét. A technológiát általában azoknak a cégeknek lehet értékesíteni, akik valamilyen nagyobb beruházást végeznek, ezáltal szükségük van műszaki felülvizsgálati és ellenőrzési folyamatra. Az ilyen beruházások mindig jelen vannak – ezt bizonyítja az is, hogy a beruházások értéke évről évre folyamatos növekedést mutat. Ezeknek a beruházásoknak a legnagyobb részét a feldolgozóipari vállalkozások adják.

Fejlesztési ötlettel két csoportot céloz meg:

- Egyrészt azokat a mikro-, kis- és középvállalkozásokat az egész ország területén, akik olyan beruházásokat végeznek, ahol szükséges a műszaki felügyeleti tevékenység, de cégük méretéből adódóan nem rendelkeznek saját műszaki felügyeleti kapacitással, saját mérésügyre szakosodott szervezeti egységgel, vagy állandó saját főállású műszaki ellenőrrel. Ennek a jövőbeni mérési kapacitásbiztosító tevékenység során figyelembe kell venni a hivatalos gazdasági mutatókat tartalmazó statisztikát, miszerint elsősorban a feldolgozóipari vállalkozások adják az ipari beruházások nagy részét. A fejleszteni tervezett technológiai megoldás számukra gyorsabbá és gazdaságosabbá teheti a működésüket.
- *Másrészt*, a kifejlesztett drónszenzorok alkalmazásával elsősorban az olaj, gáz és energetikai ipari létesítmények – fizikai méretek, kiterjedés, tömeg és megközelíthetőségi speciális adottságok alapján – műszaki felügyeletéhez szükséges, a hagyományos inspekciós tevékenységek részbeni kiváltását lehet érteni. Zöld- és barnamezős beruházások, üzemeltetés közbeni ellenőrzések, nagyleállítások (tervezett karbantartások), részbeni vagy teljes üzemi környezetet érintő rekonstrukciós munkák. Ilyen területeken a drónos szenzor alkalmazása idő és jelentős mellékköltség megtakarítást eredményez, egy pontosabb és rekonstruálható műszaki tartalommal bír a



fejlesztés. Ki szeretném emelni, hogy ilyen veszélyes környezetben előtérbe kerülnek a dolgozók munkaegészségügyi, munkavédelmi szempontjai, amelyek talán kevésbé támaszthatók alá gazdasági számításokkal, viszont az általános biztonsági szint javításával és a dolgozók egészségének megóvásával járulhatnak hozzá az adott üzemi környezet működési biztonságához.

Ezekon kívül a mérési és észlelési eredmények helyszíni kiértékelése kevesebb tapasztalt senior szakértő munkájával oldható meg, enyhítve ezzel a munkaerő állandósult piaci hiányát. Potenciális fejlesztési partnerek, illetve igénybe vevők lehetnek kiemelten a magyar gazdaságban jelen lévő nagyberuházásokat indukáló petrokémiai ipar és az energetikai szektor, azon belül az erőművi körön kívüli szerelési munkák, hagyományos erőművek terv szerinti nagyleállításának, karbantartási munkálatainak műszaki felügyelete.

Az alkalmazott kutatás fő iránya olyan kereskedelemben nem beszerezhető szenzor csoport kialakítása, illetve kifejlesztése, amelyek drónnal, - mint szállító platformmal - egybekapcsolhatók és alkalmasak a tapasztalt, mért adatok továbbítására, egy megfelelő adatátviteli rendszerrel egybekapcsolva.

Kutatásom során kétirányú a fejlesztési célkitűzést fogalmaztam meg:

- Szenzorok szállítására alkalmas drón applikációk kialakítása;
- Drónnal irányított mérésekhez szenzorok fejlesztése a kereskedelemben kapható alapegységekből.

Műszaki kutatásom, illetve a tervezett konkrét kutatásfejlesztési tevékenység:

- műszaki létesítmények, veszélyes üzemi környezetében alkalmazható drón eszközök;
- gázérezkelő szenzorok;
- hőmérséklet és gőztelítettségmérők;
- rezgésmérők;
- felület és anyag falvastagság mérők;
- felületi védelem rétegvastagság mérők



- fejlesztésére, továbbfejlesztésére és működési integrációjukra irányul elsődlegesen kiegészítve a mérési eredmények valós idejű továbbítására alkalmas adatátvitel és adat kiértékelő alkalmazások egyidejű fejlesztésével vagy integrációjával.

A kutatási tevékenységem előkészítése során megvizsgáltam a kereskedelmi forgalomban jelenleg elérhető ipari felhasználásra alkalmas drónokat. A publikáció hossza nem ad arra lehetőséget, hogy ezeket részletesen bemutassam, ezért jelen esetben a vizsgált drónok legfontosabb információit mutató linkeket tüntetem fel:

- <https://myactioncam.hu/dji-enterprise> [7]
- <https://yuneecuav.hu/termek/yuneec-h520e-rtk-ipari-dron/> [8]
- https://www.droneshop.hu/ipar-mezogazdasag-225/ipari-megoldasok-220?gclid=CjwKCAiA78aNBhAlEiwA7B76pytwD-Cik4JKwZV-OyYKfNm9D8kgYvYzRIKZ4K2UJa7uz6mlSmF6pxoCuPkQAvD_BwE [9]
- https://www.workdrones.hu/?gclid=CjwKCAiA78aNBhAlEiwA7B76pyp98rSeOdTzpciyGZIJ6FcUxYSIHltQFeA8dHpLtcSFqgFtQ4cbgRoC7mYQAvD_BwE [10]
- <https://www.ipari-dron.hu/> [11]
- <https://www.dronesys.hu/mezogazdasagi-dronok-245/felmero-dronok-250> [12]
- <https://go2fly.hu/category/ipari-dronok/> [13]
- <https://www.conrad.hu/p/profi-ipari-dron-rtf-kamera-hokep-dji-enterprise-mavic-2-enterprise-universal-edition-dual-1932561> [14]

A következőkben bemutatom a tervezett fejlesztéssel szemben támasztott K+F+I követelményeket és azok várható szakmai eredményeit.

Felismerve, hogy a műszaki felügyeleti és vizsgálati munkák sokszor veszélyes körülmények között végezhetők el, valamint igencsak időigényesek és egyáltalán nem költséghatékonyak, a terv egy olyan egyedülálló drónszenzoros rendszer létrehozása, amely segítségével a fenti problémák megszüntethetők, vagy nagymértékben javíthatók. A projekt olyan fejlesztési munkát, tevékenységet tartalmaz, amely már a fejlesztéshez szükséges tesztelések folyamán is gyakorlati felhasználást tesz lehetővé. Hozzáadott értéke a drónszenzoros vizsgálati ellenőrzési felügyeleti technológiának a beruházók, kivitelezők és üzemeltetők számára az alábbiakban foglalható össze:



I. Csoport: Beruházók és üzemeltetők számára a műszaki felügyeleti munkák elvégzése, készütségi százalékok megállapítása, terv-tény eltérések rögzítése, banki finanszírozáshoz szükséges alátámasztó műszaki dokumentációk szolgáltatása, nagyberuházások üzembe helyezéséhez szükséges dokumentációk nyomon követése, reprodukálható előállítás.

II. Csoport: Üzemeltetők számára az üzem közbeni állapotok ellenőrzése (hőmérséklet, korrózió, védőfestések, kopások folyamatos monitoringja, szivárgások, veszélyes gázok, gőzök kilépési helyének meghatározása), tervezett revíziós leállások vagy nagyjavítások során a berendezések gyorsított állapotfelmérése, állapot-meghatározáshoz adatszolgáltatás.

Konkrétan mérhető eredmények: A beruházások során kivitelezők teljesítmények naprakész nyomon követése: terv- tény állapot folyamatos ellenőrzése. A kritikus eltérési pontok megszüntetésére azonnali intézkedéseket lehet így megtenni, például a nagyberuházások során jelenlevő több kivitelező közötti együttes munkavégzés során egyszerűen szabadíthatók fel a munkaterületek. Utómunkálatok esetében a hiánylisták megszüntethetők, a berendezések javításának ellenőrzése állványozási költség, időkiesés, valamint területfoglalási, engedélyeztetési eljárások nélkül véghezvihető. *Üzemeltetés során:* olaj, gáz és energetikai berendezések műszaki ellenőrzése, a magas költségű egészségügyi és munkavédelmi követelmények szükséges biztosítása nélkül. Továbbá lehetséges a rendszer által a védőbevonatok, szigetelések állapotának ellenőrzése, korróziós károsodások további terjedésének megakadályozására, munkaterület előkészítése üzemzavarokhoz, valamint meghatározhatóvá válnak a leálláshoz vezető hibák (pl. tömítetlenség, anyagfogyás, stb.), és a károsodás degradációja. Tervezett leállások, rekonstrukciós munkák során: átfogó állapotfelméréshez, elemzéshez gyors adatszolgáltatást nyújt, a tervezett karbantartási munkák helyét, terjedelmét pontosítani tudja, ezáltal növeli a költséghatékonyságot, valamint az újra indításhoz szükséges műszaki adatok is nyomon követhetők lesznek. *A szenzor kifejlesztéséhez az alábbi eszközökre van szükségünk:* Adattárolók, elektromos és villamostechikai eszközök beszerzése, Drón beszerzése (alapegység + optikai képalkotó rendszer + hőmérsékletmérés), Különböző szenzorok beszerzése (négy alaptípus: rezgésmérés, falvastagság mérés, rétegvastagság mérés, valamint gáزدetektor)

Mindezekon túl szoftver fejlesztése is szükséges, a drónos rendszer kialakítására, ezért esetenként be kell szerezni a hatósági engedélyeket.



4. A KUTATÁSI TEVÉKENYSÉG EREDMÉNYHALMAZA

A cél egy olyan saját szolgáltatás kialakítása, amely vagy egy önálló társaság gazdasági tevékenységeként, vagy pedig egy már létező gazdasági társaság gazdasági tevékenységi körét bővítve, értékesíti ezt az eredményt. Egy olyan drónszenzoros rendszert célszerű létrehozni, amely mind egy kritikus infrastruktúrát üzemeltető cég életében, mind pedig a mérési piacon egyedülállónak számítana és nagyban csökkentené a vizsgálati munkák időtartamát, valamint egyaránt költséghatékonyabb lenne a beruházók és kivitelezők részére.

Az alkalmazott kutatás fő iránya olyan kereskedelemben nem beszerezhető szenzor csoport kialakítása, illetve kifejlesztése, amelyek drónnal egybekapcsolhatók és a tapasztalt, mért adatok továbbítására, egy megfelelő adatátviteli rendszer segítségével, képesek. Az ún. „Testing-Inspection-Certification” igényeit figyelembe véve alkottak meg egy projekttervet, amelynek gyakorlati felhasználása egyrészt vizsgáló, ellenőrző és tanúsító szervezetnél alkalmazott technológiában, tevékenységben jelenthet fontos előrelépést, másrészt ezzel párhuzamosan az ipari felhasználásban, elsősorban olaj- és gázipari berendezések, vegyipari üzemek és energetikai létesítmények létesítése és üzemeltetése során növeli a műszaki biztonságot és nyomon követhetőséget.

A fejlesztésnek két irányvonala van. Egyrészt a szenzorok szállítására alkalmas drón applikációk kialakítása, másrészt a drónnal irányított mérésekhez szenzorok fejlesztése a kereskedelemben kapható alapegységekből. A megvalósítás első részeként a szükséges eszközök és szoftverek kerülnek beszerzésre, tehát adattárolók, elektromos és villamostechikai eszközök, a szükséges drón, valamint különböző szenzorok. A drón irányítási rendszerével összehangolt szenzor működtetéséhez szükséges szoftver is kifejlesztésre kerül. Az összehangolt és beállított eszközök után a következő szakaszban megkezdődhet az összehangolt és megalkotott, a drónnal támogatott vizsgáló és ellenőrző rendszer tesztelése.



4.1. A kifejlesztett drónszenzor kipróbálása, alkalmazhatósága

Az első fázisban kialakításra került a tényleges szenzor, amely megalkotásánál figyelembe vették a potenciális felhasználók igényeit és észrevételeit is. Ezek után kezdődött meg a tényleges tesztidőszak, amikor a szenzor megbízhatóságát és hatékonyságát mérték, illetve alakították ki. A tesztelési időszakban is már gyakorlati felhasználást tesz lehetővé a rendszer. Ebben a fázisban történik meg a jövőbeni értékesítési stratégia megalkotása is, valamint a jövőbeni használók számára a tréning program kidolgozása. Hozzáadott értéke a drónszenzoros vizsgálati ellenőrzési felügyeleti technológiának a beruházók, kivitelezők és üzemeltetők számára az alábbiakban foglalható össze:

I. Csoport: Beruházók és üzemeltetők számára a műszaki felügyeleti munkák elvégzése, készültségi százalékok megállapítása, terv-tény eltérések rögzítése, banki finanszírozáshoz szükséges alátámasztó műszaki dokumentációk szolgáltatása, nagyberuházások üzembe helyezéséhez szükséges dokumentációk nyomonkövetése, reprodukálható előállítás.

II. Csoport: Üzemeltetők számára az üzem közbeni állapotok ellenőrzése (hőmérséklet, korrózió, védőfestések, kopások folyamatos monitoringja, szivárgások, veszélyes gázok, gőzök kilépési helyének meghatározása), tervezett revíziós leállások vagy nagyjavítások során a berendezések gyorsított állapotfelmérése, állapot-meghatározáshoz adatszolgáltatás.

4.2. Konkrétan mérhető eredmények

Ide tartozik a beruházások során a kivitelezők teljesítmények naprakész nyomonkövetése, a terv- tény állapot folyamatos ellenőrzése. A kritikus eltérési pontok megszüntetésére azonnali intézkedéseket lehet így megtenni, például a nagyberuházások során jelenlevő több kivitelező közötti együttes munkavégzés során egyszerűen szabadíthatók fel a munkaterületek. Utómunkálatok esetében a hiánylisták megszüntethetők, a berendezések javításának ellenőrzése állványozási költség, időkiesés, valamint területfoglalási, engedélyeztetési eljárások nélkül véghezvihető. Az üzemeltetés során fontos az olaj, gáz és energetikai berendezések műszaki ellenőrzése, a magas költségű egészségügyi és munkavédelmi követelmények szükséges biztosítása nélkül. Továbbá lehetséges a rendszer által a védőbevonatok, szigetelések állapotának ellenőrzése, korróziós károsodások további terjedésének megakadályozására, munkaterület előkészítése üzemzavarokhoz, valamint



meghatározhatóvá válnak a leálláshoz vezető hibák (pl. tömítetlenség, anyagfogyás stb.), és a károsodás degradációja.

Tervezett leállások, rekonstrukciós munkák során átfogó állapotfelméréshez, elemzéshez gyors adatszolgáltatást nyújt, a tervezett karbantartási munkák helyét, terjedelmét pontosítani tudja, ezáltal növeli a költséghatékonyságot, valamint az újraindításhoz szükséges műszaki adatok is nyomon követhetők lesznek.

4.3. A drónszenzor kipróbálása és alkalmazhatósága

A kutatás célkitűzésének megfelelően K+F+I eredményeként létrejön egy olyan, a kereskedelemben még nem beszerezhető műszaki mérések elvégzésére alkalmas szenzor csoport, amely drónnal egybekapcsolható és képes a tapasztalt, valamint a mért adatok továbbítására egy annak megfelelő adatátviteli rendszer segítségével. Ennek köszönhetően a felhasználók jelentős költségeket takaríthatnak meg, valamint az egészségre is káros munkafolyamatokat is elkerülhetik. Legalább három ipari, üzemi jellegű felhasználói körre célszerű a dróntechnológiát felosztani, ahol a területeken belül számos felhasználói csoport alakítható ki:

- Katonai, katasztrófavédelmi célú felhasználás, beleértve a rendőrségi és határvédelmi feladatokat is;
- Szolgáltató jellegű feladatok ellátása: térképészet, szállítmányozás, szerkezeteknél tart a fejlesztés, termőföldek ellenőrzése, vad- és haszonállat megfigyelése, nagy kiterjedésű ipari berendezések, közműrendszerek képi monitoringozása.
- Mezőgazdasági és erdőgazdasági drónok.

A felsorolásból is érzékelhető, hogy a dróntechnológiát már évek óta használják különböző iparágakban, mezőgazdaságban, közlekedésben, adatok gyűjtésére, felmérések tervek készítésére, valamint azok végrehajtásának ellenőrzésére.

A polgári életben egyre nagyobb teret elfoglaló technológia a hadiiparból, illetve a rendfenntartó erők gyakorlatából transzferált át a civil szférába, a tervezett kísérleti alkalmazásnak is az alábbi mérföldköveket célszerű kitűzni, tehát a drónok és mérő szenzorok műszaki kialakításánál az alábbi folyamatokat kell elvégezni:



Dróneszköz oldalról:

- a fejlesztési tevékenység során az egyedi drónszerkezet konfigurálása úgy mint drón típus kiválasztása (figyelembe véve a teherhordó képességet, a repülésvezérlőt, a földi irányítóállomást, a védelmet és a nagy felbontású esetenként hyperspektrális kamerát);
- egy vagy két kísérleti eszköz összeállítása;
- a szenzorra és a drón platform összeillesztése, esetleg állandó illesztési megoldások alkalmazása, beleértve a dokkolókat is;
- munkavégzéshez szükséges stabilizáló és rögzítő eszközök fejlesztése;
- a mérések elvégzéséhez adaptált manipulátor karok kialakítása;
- autonóm működtetés esetén az előre meghatározott mérési pont koordinátáinak a rögzítése;
- drón kalibrálása.

Szenzor oldalról:

- meg kell határozni a legcélszerűbb a mérési eljárást, illetve eljárásokat;
- fontos a szenzor kiválasztása, figyelembe véve a méréshez megkövetelt pontosságot, a mérési tartományt és tűrést, a mérési sebességet, a módszert és a mérőszensor súlyát és esetleg alakját;
- a mérőeszköz rögzíthetősége a drón oldalnál leírtakhoz hasonlóan;
- a mérési eredmények jeltovábbításának módja, vagy a mérési eredmények gyűjtése.

5. ÖSSZEGZÉS

Összefoglalva a tervezett K+F+I fejlesztés főbb szakmai feladatai a következők:

1. Eszközök beszerzése, szoftverfejlesztés



A kifejlesztett szenzor csoport fejlesztési programjának meghatározása, továbbfejlesztésre alkalmas alapegységek kiválasztása, mért adatok és azok átviteli rendszerének kialakítása: adatmélység, mennyiség, időbeni transzfer meghatározása, adatfogadó szoftver kialakítása, szoftverfejlesztés irányítása, valamint a monitoring drónszenzoros vizsgálatok eredményeinek visszacsatolása a fejlesztési folyamatba. Alapvető elvárás, hogy a drónra telepített mérőeszközök képesek legyenek veszélyes üzemi környezetben működni, rendelkezzenek az ehhez szükséges képességekkel és ezeket igazoló biztonsági tanúsításokkal.

2. Dokumentálás

A kutatás dokumentációs rendszerének kialakítása, folyamatos kezelése és karbantartása, amennyiben szükséges, a dokumentációs rendszer újragondolása, átalakítása, az esetleges későbbi mérésügyi és szabványosítási dokumentációs követelmények alapjainak a megteremtése.

3. Drónok tesztelése

Repülő üzemmódban a drónszenzorok tesztelése, légi navigációs biztonság, (esetenként légtérhasználati engedélyeztetési eljárások kialakítása), gyakorlati és elméleti tréning program kidolgozása a szenzoros drónfelhasználók számára.

4. Elért eredmények dokumentálása, innováció hasznosítás stratégiájának megalkotása, hazai és nemzetközi publikációk elkészítése [15].

Az alkalmazott kutatás fő iránya olyan kereskedelemben nem beszerezhető szenzor csoport kialakítása, illetve kifejlesztése, amelyek ember által irányított vagy autonóm módon vezérelt drónnal egybekapcsolhatók és alkalmasak a különféle szenzorokkal mért adatok továbbítására, egy megfelelő adatátviteli rendszerrel egybekapcsolva, illetve a mért adatok gyűjtésére. A téma újdonságából eredően a kezdeti célkitűzésekben megfogalmazott területeken ki kell dolgozni a potenciális felhasználókhöz eljuttatás hasznosítási stratégiáját és ennek támogatására és a tudományos eredmények bemutatására hazai és nemzetközi tudományos publikációk elkészítése.



FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Kinzhikeyev Sergey - Restás Agoston: *Drone applications for supporting the disaster strategic response management the transport system*. In: Hikmet Karakoc - Jozsef Rohacs - Onder Turan - M.Ziya Sogut: Abstract Book of International Symposium on Sustainable Aviation 2019 (ISSA-2019).
- [2] Nemes Dávid – Restás Ágoston: Drone application for supporting preventive flood management - case study of the Bódva river basin, Hungary. *Védelem Tudomány*, VI. 3. (2021), 474-489. o.
- [3] Bodnár László – Restás Ágoston: *Examination of the forest fires detection: the relationship between the fire and the detection*. In: Viegas Domingos Xavier (ed.): Advances in forest fire research 2018. Imprensa da Universidade de Coimbra (2018) pp. 995-1001.
- [4] Restás Ágoston: A drónok közszolgálati alkalmazásának lehetőségei. *Új Magyar Közigazgatás*, X. 3. (2017), 49-63.o.
- [5] Restás Ágoston – Pántya Péter - Rácz Sándor - Érces Gergő - Heszl József - Bodnár László: *A komplexitás értelmezése a Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék oktatási és kutatási tevékenységében*. In: Vass, Gyula; Restás, Ágoston; Bodnár, László (szerk.): Tűzoltó Szakmai Nap 2018 ” Tudományos Konferencia”: A XXI. századi biztonsági kihívások hatásai a magyar katasztrófavédelemre. Budapest, Magyarország: BM OKF. (2018), 228-232.o.baleset
- [6] Török Z - Kovacs LA – Ozunu A: Ammonium nitrate explosions. Case study: the Mihăilesti accident (2004), Romania. 2015, *Journal of Environmental Research and Protection* 12, 56-60.
- [7] Mezőgazdaság - dji precíziós mezőgazdasági eszközök: <https://myactioncam.hu/dji-enterprise> Letöltés ideje: 2021.01.04.
- [8] Yuneec UAV: <https://yuneecuav.hu/termek/yuneec-h520e-rtk-ipari-dron/> Letöltés ideje: 2021.01.04.
- [9] Droneshop: https://www.droneshop.hu/ipar-mezogazdasag-225/ipari-megoldasok-220?gclid=CjwKCAiA78aNBhAlEiwA7B76pytwd-Cik4JKwZV-OyYKfnm9D8kgYvYzRIKZ4K2UJa7uz6mlSmF6pxoCuPkQAvD_BwE



Letöltés ideje: 2021.01.04.

[10] Work Drone Solutions:

https://www.workdrones.hu/?gclid=CjwKCAiA78aNBhAlEiwA7B76pyp98rSeOdTzpciyGZIJ6FcUxYSIHltQFeA8dHpLtcSFqgFtQ4cbgRoC7mYQAvD_BwE Letöltés ideje: 2021.01.04.

[11] Tta M4e Permeteződrón: <https://www.ipari-dron.hu/> Letöltés ideje: 2021.01.04.

[12] Felmérő drónok: <https://www.dronesys.hu/mezogazdasagi-dronok-245/felmero-dronok-250> Letöltés ideje: 2021.01.04.

[13] GO2FLY <https://go2fly.hu/category/ipari-dronok/> Letöltés ideje: 2021.01.04.

[14] Profi ipari drón RtF: <https://www.conrad.hu/p/profi-ipari-dron-rtf-kamera-hokep-dji-enterprise-mavic-2-enterprise-universal-edition-dual-1932561> Letöltés ideje: 2021.01.04.

[15] Kátai-Urbán Lajos - Vass Gyula: Katasztrófavédelmi PhD doktori képzés és kutatás. *Védelem Tudomány*, IV. 3. (2019), 165-184.o.

Dr. Szalkai István doktorandusz,

Nemzeti Közszerületi Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola

Fővárosi Közterület-fenntartó Nonprofit Zrt

E-mail: istvan.szalkai.dr@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4667-952