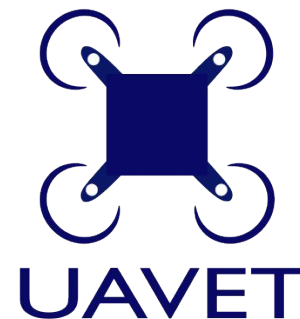




Co-funded by
the European Union



Dezvoltarea abilităților profesionale ale tehnicienilor
electromecanici pentru întreținerea și repararea UAV

MODULUL 2

Depanare





MODULUL 2:

DEPANARE

PROGRAM DE INSTRUIRE UAVET

Durata: 6 ore

Grupuri țintă: Tehnicienii electromecanici

Metode de predare: Învățare combinată

INTRODUCERE

Acest program de formare, dezvoltat în cadrul proiectului UAVET, își propune să permită participanților să dobândească cunoștințe aprofundate în domeniul tehnologiei UAV și să le permită tehnicienilor de drone să devină mai competenți. Modulul nostru de formare, „Depanare”, oferă tehnicienilor abilități practice în analiza și abordarea defecțiunilor. Depanarea UAV implică o serie de pași critici pentru a asigura performanțe și siguranțe optime. Începe cu deschiderea evidenței de întreținere și efectuarea unei inspecții fizice amănunțite. Echipamentele de conectare, cum ar fi cablurile și prizele, sunt inspectate, urmate de teste înainte de zbor pentru a diagnostica problemele. Defecțiunile mecanice și erorile senzorului sunt abordate, software-ul sau firmware-ul este actualizat, iar parametrii de zbor sunt calibrați. Sunt implementate acțiuni preventive, se efectuează un zbor de testare după întreținere și toate detaliile de depanare sunt înregistrate cu meticulozitate pentru un istoric complet de întreținere.

LECȚIE	DURATĂ	CATEGORIA SARCINA
Lecția 1	1 oră	Categoria 2 – Sarcina: 1-2-3
Lecția 2	2 ore	Categoria 2 – Sarcina: 4-5-6
Lecția 3		Categ arcina: 7-8-9
Lecția 4		Categ arcina: 10-11

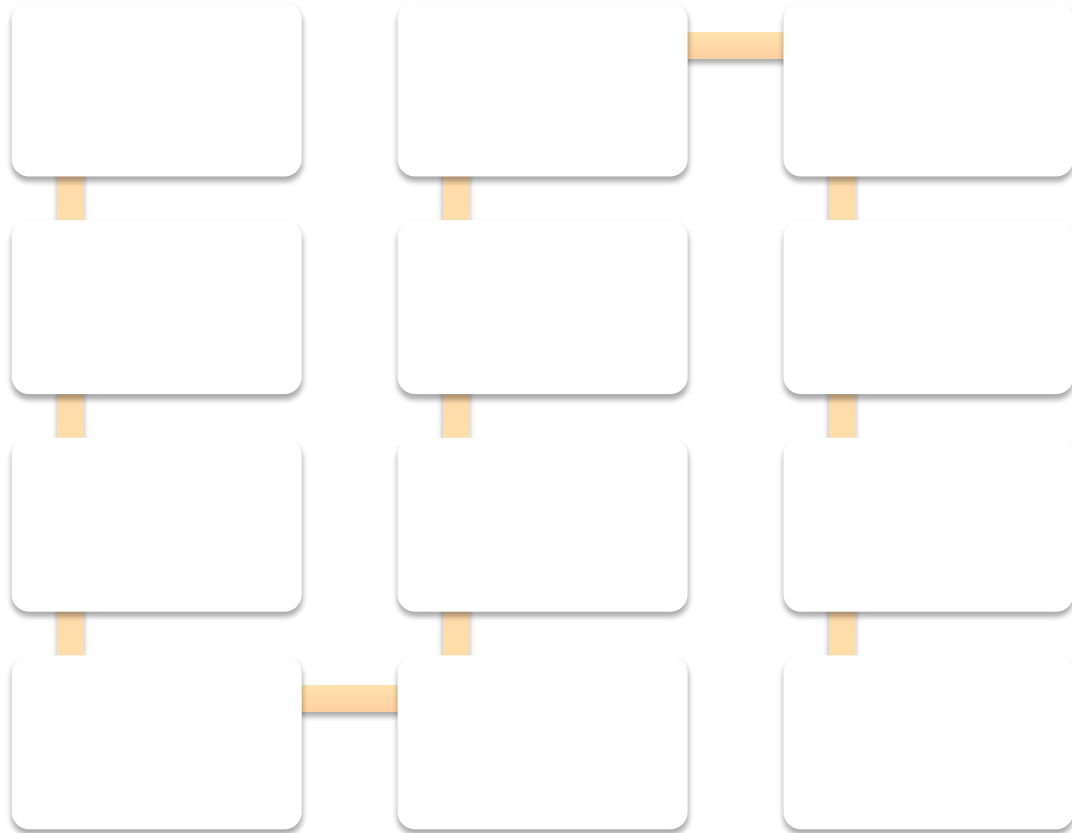
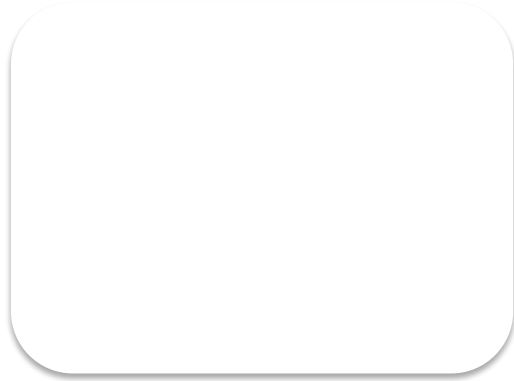




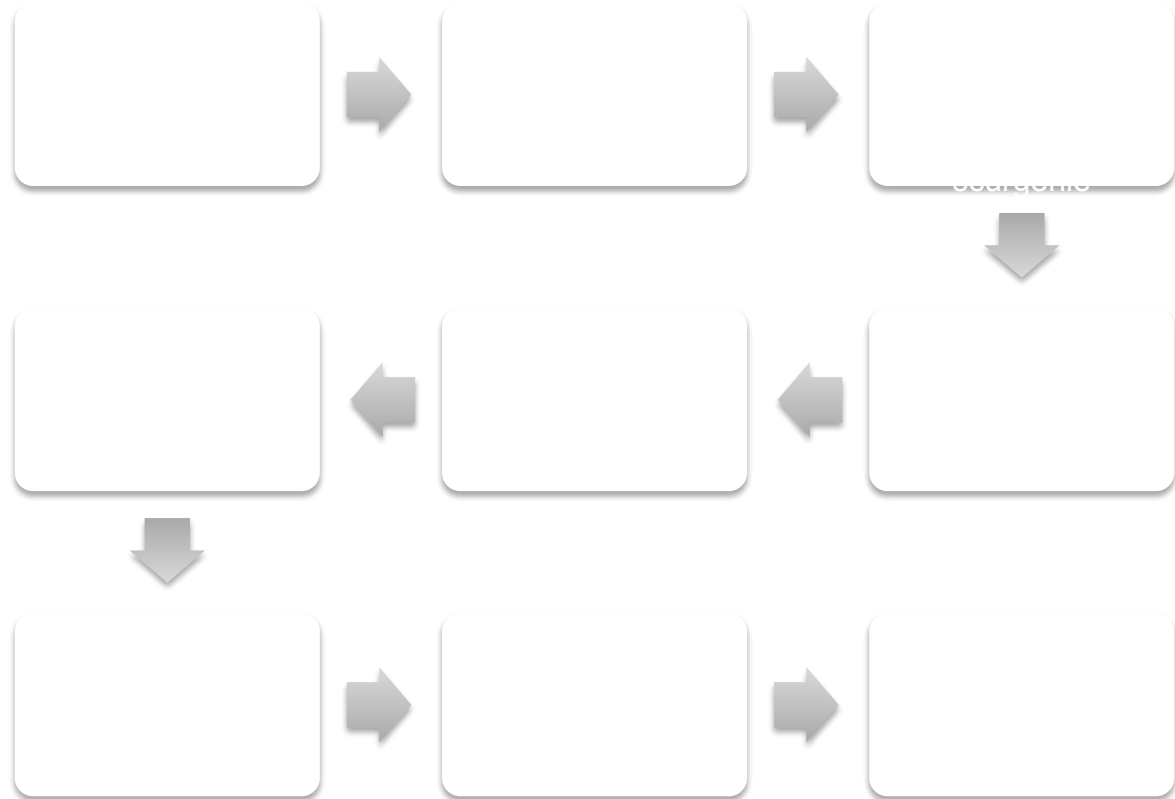
MODULUL 2 LECȚIA 1

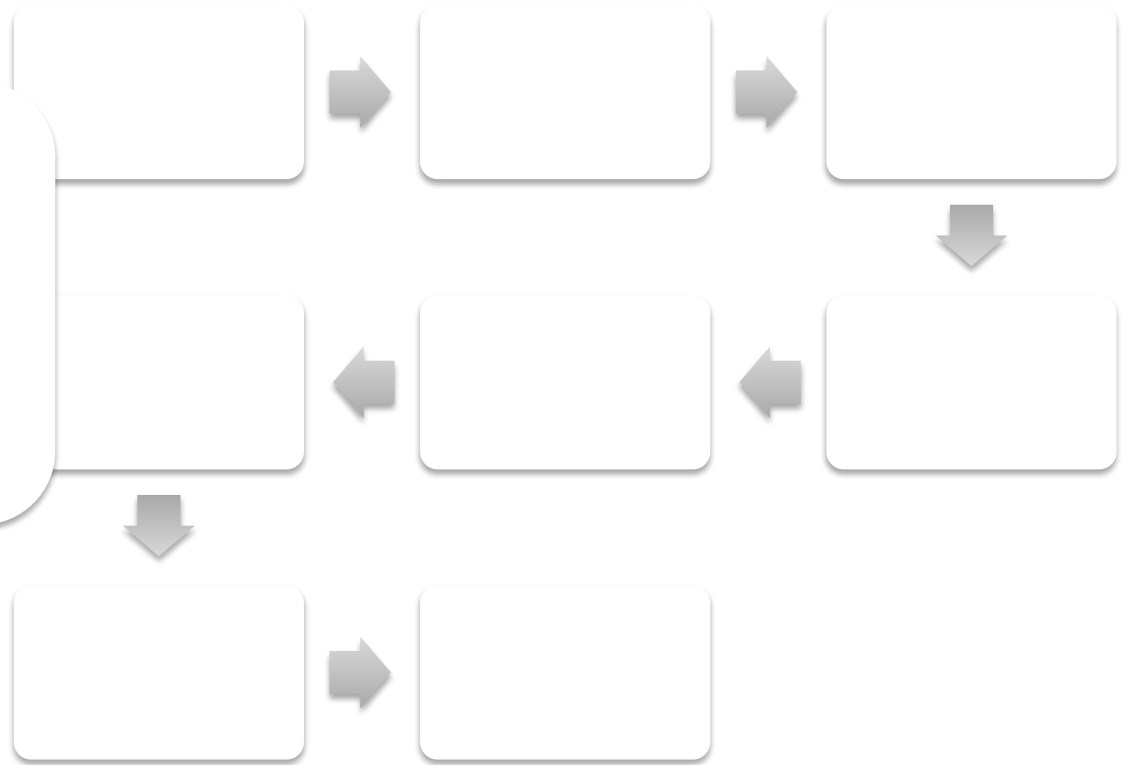
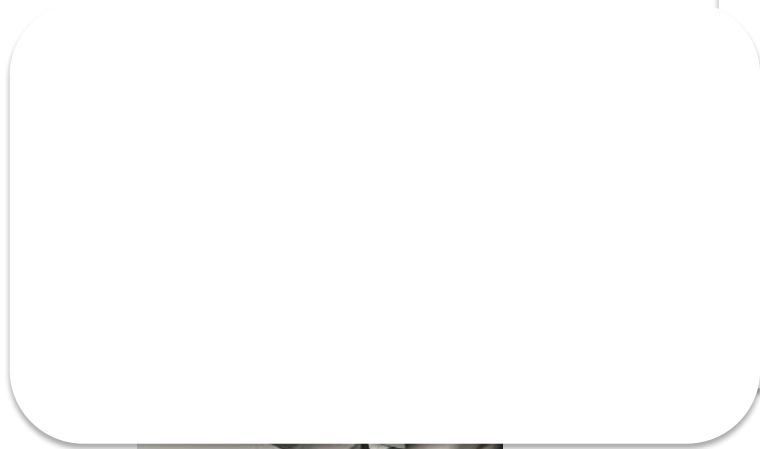
SUBIECTE	OBIECTIVE DE ÎNVĂȚARE	MATERIALE DIDACTIC	PROCESUL DE PREDARE	REZULTATE CONCRETE	EVALUARE
• Deschiderea evidenței de întreținere și asigurarea inspecției fizice a UAV. • Inspecția echipamentelor de conectare, cum ar fi cablurile și prizele. • Diagnosticarea problemei cu testele de întreținere înainte de zbor.	• Aflați procedurile de documentare adecvate • Expertiza in tehnica a inspecției vizuale • Învățarea metodelor de analiză a daunelor • Efectuarea și absorbția verificărilor detaliate înainte de zbor • Eșecuri comune, simptome și definiții bazate pe componente	• Video despre păstrarea înregistrărilor pentru întreținere și reparare (Video 1.1) • Video cu tehnici de inspecție vizuală a UAV (Video 1.2) • Metode de analiză a daunelor UAV video (Video 1.3) • Video inspecții înainte de zbor (Video 1.4) • Video cu simptome comune de defecțiuni bazate pe componente (Video 1.5)	1. Vizionați videoclipul 1.1 și revizuiți pașii ghidului de păstrare a evidenței (Resursa 1) 2. Urmăriți videoclipul 1.2 și revizuiți pașii tehnicilor de inspecție vizuală (Resursa 2) 3. Urmăriți videoclipul 1.3 și enumerați metodele de evaluare a daunelor (Resursa 3) 4. Vizionați videoclipul 1.4 și pregătiți o listă de verificare înainte de zbor (Resursa 4) 5. Vizionați videoclipul 1.5 și identificați defecțiunile și indicatorii chiemeți pentru	• Ghid de păstrare a înregistrărilor • Ghid practic pentru tehnicile de inspecție vizuală • Ghid de metode de analiză a daunelor • Lista de verificări înainte de zbor • Orientări comune pentru identificarea defecțiunilor UAV bazate pe componente	• Evaluați pașii ghidului de păstrare a înregistrărilor creați de participant. • Analizați tehnicile de inspecție vizuală aplicate de participant. • Examinați pașii de analiză a daunelor aplicați de participant. • Verificați lista de verificare înainte de zbor folosită de participant. • Evaluați descrierile participantului privind defecțiunile comune pentru orice componentă a UAV.

RESURSA 1

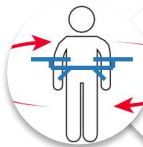


RESURSA 2

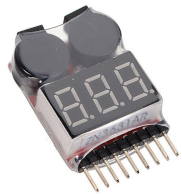
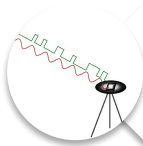


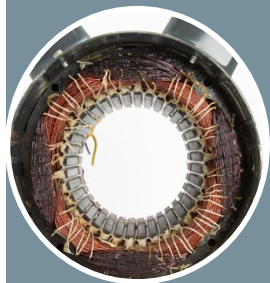


RESURSA 4



RESURSA 4





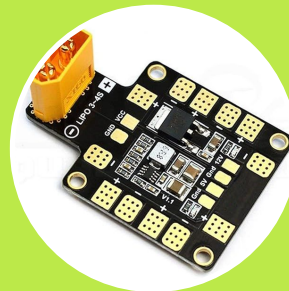
Simptome de ardere a motorului: Ridicare redusă, zgomot neobișnuit sau defecțiune completă a motorului



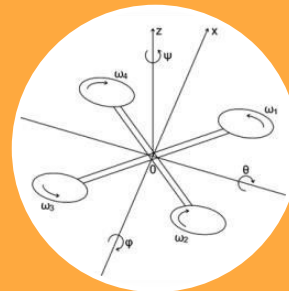
Simptome de deteriorare a elicei: Vibrații, eficiență redusă, fisuri vizibile sau așchii



Simptome de degradare a bateriei: Timp de zbor mai scurt, pierdere bruscă de putere, umflare



Simptomele plăcii de distribuție a energiei defectuoase: Putere inconsecventă a componentelor, opriri neașteptate



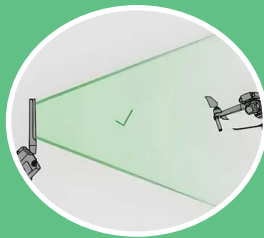
Simptome de defecțiune a giroscopului: Instabilitate, deriva sau incapacitatea de a menține planul

Defecțiuni obișnuite și indicatoare la componentele UAV



Simptomele

defecțiunii
GPS: Probleme de
menținere a
poziției, funcție
inexactă de
întoarcere la
domiciliu (RTH).



Simptome de

**deteriorare a
antenei:** Rază
redușă,
întreruperi de
semnal



Simptome de interferență

radio:Comportament neregulat, pierderea controlului



Simptome de fisuri ale

**cadrului: Vibrații
neobișnuite,
stabilitate
compromisă**

Defecțiuni obișnuite și indicatoare la componentele UAV



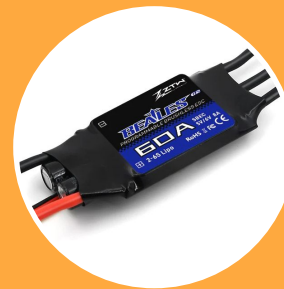
Simptome de defecțiune a trenului de aterizare: Aterizări instabile, daune vizibile



Simptome de defecțiune a motorului cardanului: Filmare e tremurătoare, incapacitatea de a se stabili



Probleme cu senzorul camerei
Simptome: Calitate slabă a imaginii, artefacte în filmare



Simptome ESC Burnout: Motorul nu se rotește, comportament motor neregulat

Defecțiuni obișnuite și indiciatori la componentele UAV



MODULUL 2 LECȚIA 2

SUBIECTE	OBIECTIVE DE ÎNVĂȚARE	MATERIALE DIDACTIC	PROCESUL DE PREDARE	REZULTATE CONCRETE	EVALUARE
- Analiza jurnalelor de zbor și accidente - Repararea defecțiunilor mecanice - Depanarea erorilor sensorului	- Înțelegerea datelor de telemetrie - Analizarea înregistrărilor de zbor - Învățare depanare bazată pe anomalii - Înțelegerea tipurilor și funcțiilor senzorilor - Identificarea și depanarea defecțiunilor sensorului	- Date de telemetrie și analiză video (Video 2.1) - Video de analiză a jurnalelor de zbor (Video 2.2) - Videoclip de depanare bazat pe anomalii (Video 2.3) - Tipuri și funcții ale sensorului UAV video (Video 2.4) - Video de identificare și depanare a defecțiunilor sensorului (Video 2.5)	- Vizionați videoclipul 2.1 și interpretați tipurile de date de telemetrie (Resursa 6) - Vizionați videoclipul 2.2 și analizați jurnalele de zbor (Resursa 7) - Vizionați videoclipul 2.3 și identificați anomaliiile UAV și posibilele cauze (Resursa 8) - Vizionați videoclipul 2.4 și clasificați senzorii de bază, evitarea obstacolelor și senzorii specializați (Resursa 9) - Vizionați videoclipul 2.5 și examinați simptomele defecțiunii sensorului	- Ghid pentru interpretarea datelor de telemetrie - Software de analiză a jurnalului de zbor - Proceduri de depanare bazate pe anomalii - Ghid pentru senzorii UAV - Model pentru identificarea și depanarea defecțiunilor sensorului	- Evaluați pașii de interpretare a datelor de telemetrie generate de participant. - Evaluați comanda participantului în software-ul de analiză a jurnalului de zbor. - Evaluați procedurile de depanare bazate pe anomalii implementate de participant. - Evaluați cunoștințele participantului despre senzorii UAV. - Auditați pașii participantului pentru a identifica și depana defecțiunile sensorului.

RESURSA 6

Urmăriți citirile de înclinare, rostogolire și rotire de la controlerul de zbor; fluctuațiile neobișnuite pot indica probleme de calibrare sau probleme structurale cu drona.

Urmăriți tensiunea, consumul de curent și capacitatea din telemetria bateriei; scăderile bruște sau citirile inconsecvente pot sugera probleme legate de sănătatea bateriei.

Comparați citirile de altitudine barometrică și GPS împreună cu viteza verticală; inconsecvențele pot indica defecțiuni ale senzorului sau necesitatea recalibrării.

Examinați datele GPS, inclusiv precizia poziției și numărul de sateliți conectați; precizia scăzută sau un număr scăzut de sateliți ar putea semnala probleme cu modulul GPS sau interferențe de mediu.

Măsurați RPM și consumul de putere al fiecărui motor; discrepanțe între motoare pot indica probleme cu motorul sau ESC (controler electronic de viteză).

RESURSA 6

Evalueați puterea atât a semnalelor de control radio, cât și a semnalelor de transmisie video; fluctuațiile sau căderile pot indica probleme cu antena sau interferențe în mediu.

Observați modurile și tranzițiile de zbor active; modificările neașteptate ale modului pot indica probleme software sau probleme cu senzorii.

Urmăriți unghiurile cardanului și setările camerei în timpul zborului; mișcările neregulate sau modificările neașteptate pot indica probleme cu cardanul sau sistemul de cameră.

Examinați datele de la diverși senzori la bord, cum ar fi IMU și magnetometru; citirile neregulate pot sugera defecțiuni ale senzorului sau necesitatea recalibrării.

Evaluează citirile distanței și activarea sistemelor de evitare a obstacolelor; false pozitive sau obstacole ratate pot sugera defectarea sau defecțiunea senzorului.

Software-uri comune de analiză a jurnalelor:

- **DJI Asistent 2**
- **Airdata UAV**

Planificator de misiune

QGroundControl

- UAV Log Viewer
- FlightDeck
- DatCon (pentru drone DJI)

•Anomalii: Căderi bruște de tensiune sau modele neregulate de descărcare

•Anomalie: RPM inconsecvent sau consum de energie între motoare

•Anomalie: salturi de poziție, precizie slabă sau fluctuații ale numărului de sateliți

•Anomalie: salturi bruște de altitudine sau inconsecvențe între altitudinea barometrică și cea GPS

•Anomalii: citiri neregulate de înclinare, rostogolire sau rotire

Anomalii UAV și posibile cauze

- **Anomalie:** fluctuații ale puterii semnalului sau întreruperi frecvente

- **Anomalie:** Abateri neașteptate de la ruta planificată

- **Anomalie:** vârfuri neobișnuite sau creștere generală a consumului de energie

- **Anomalie:** citiri inconsecvente sau înghețate de la orice senzor

- **Anomalie:** Mișcări neregulate sau erori de poziție

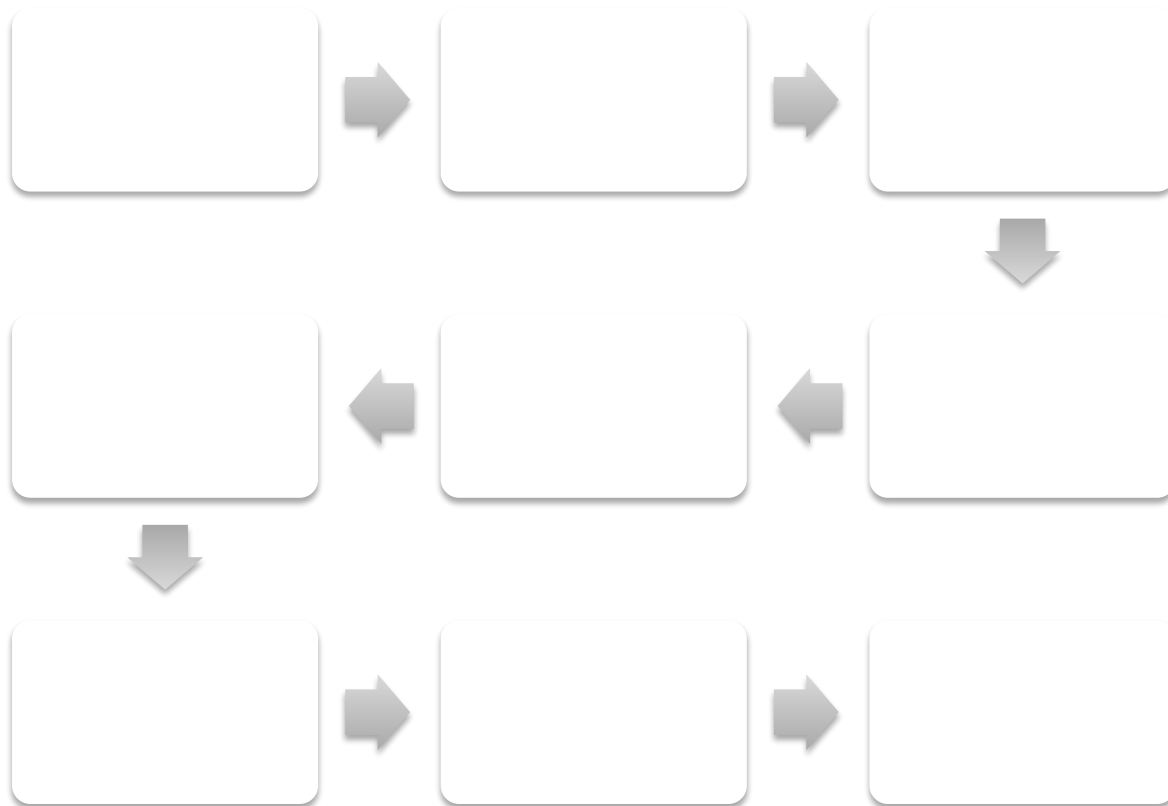
Tipuri și funcții de senzori



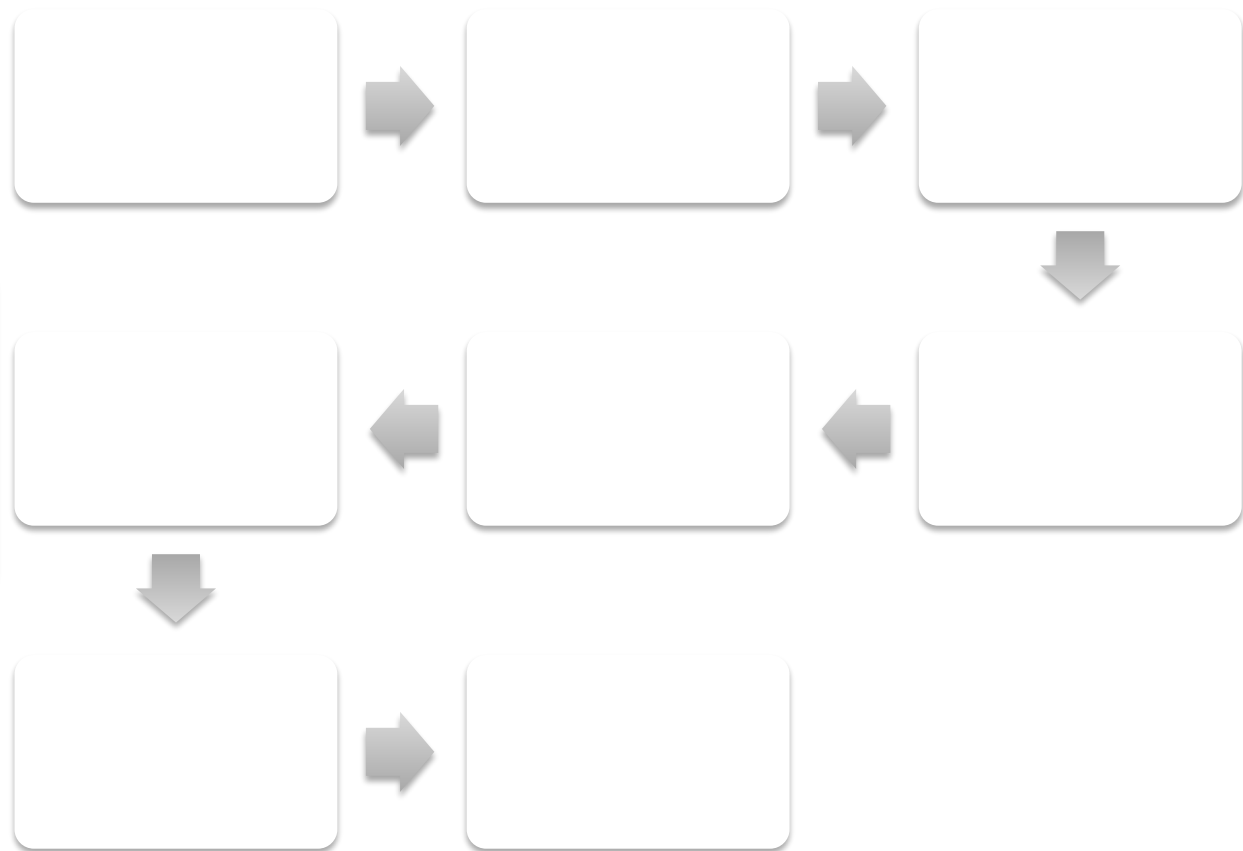


Tipuri și funcții de senzori

**Simptomele
defecțiunii
senzorului**



**Simptomele
defecțiunii
senzorului**

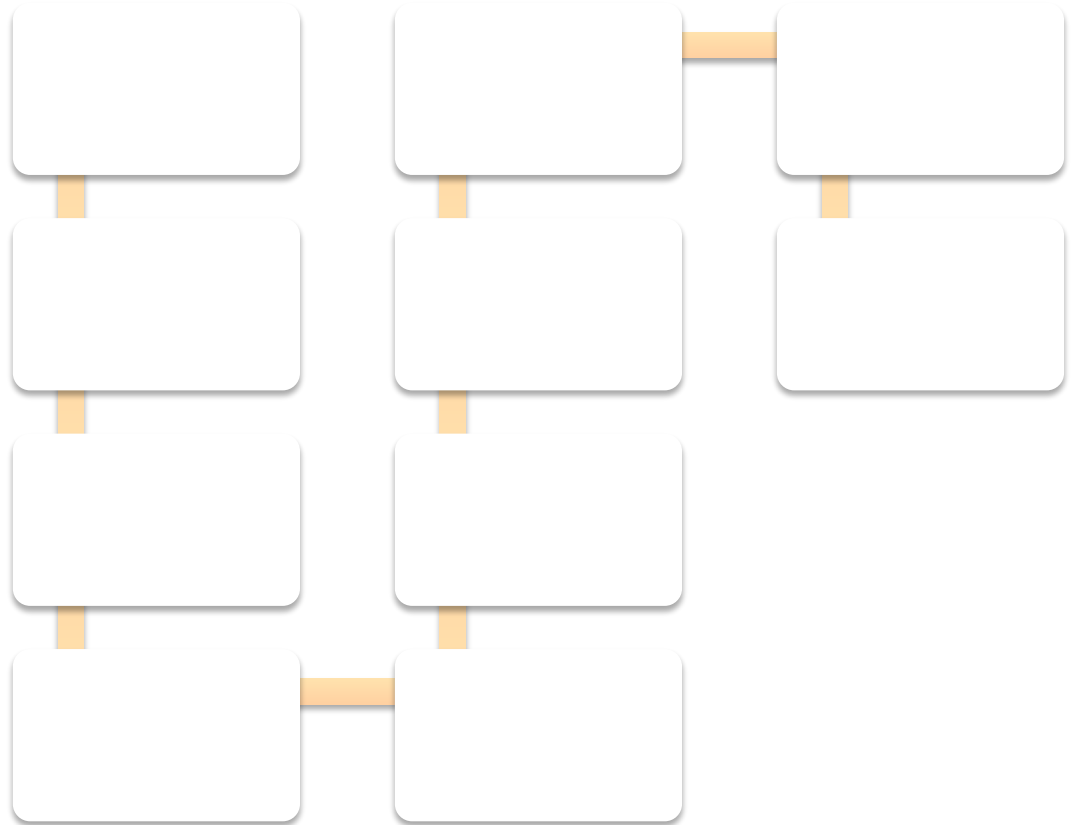




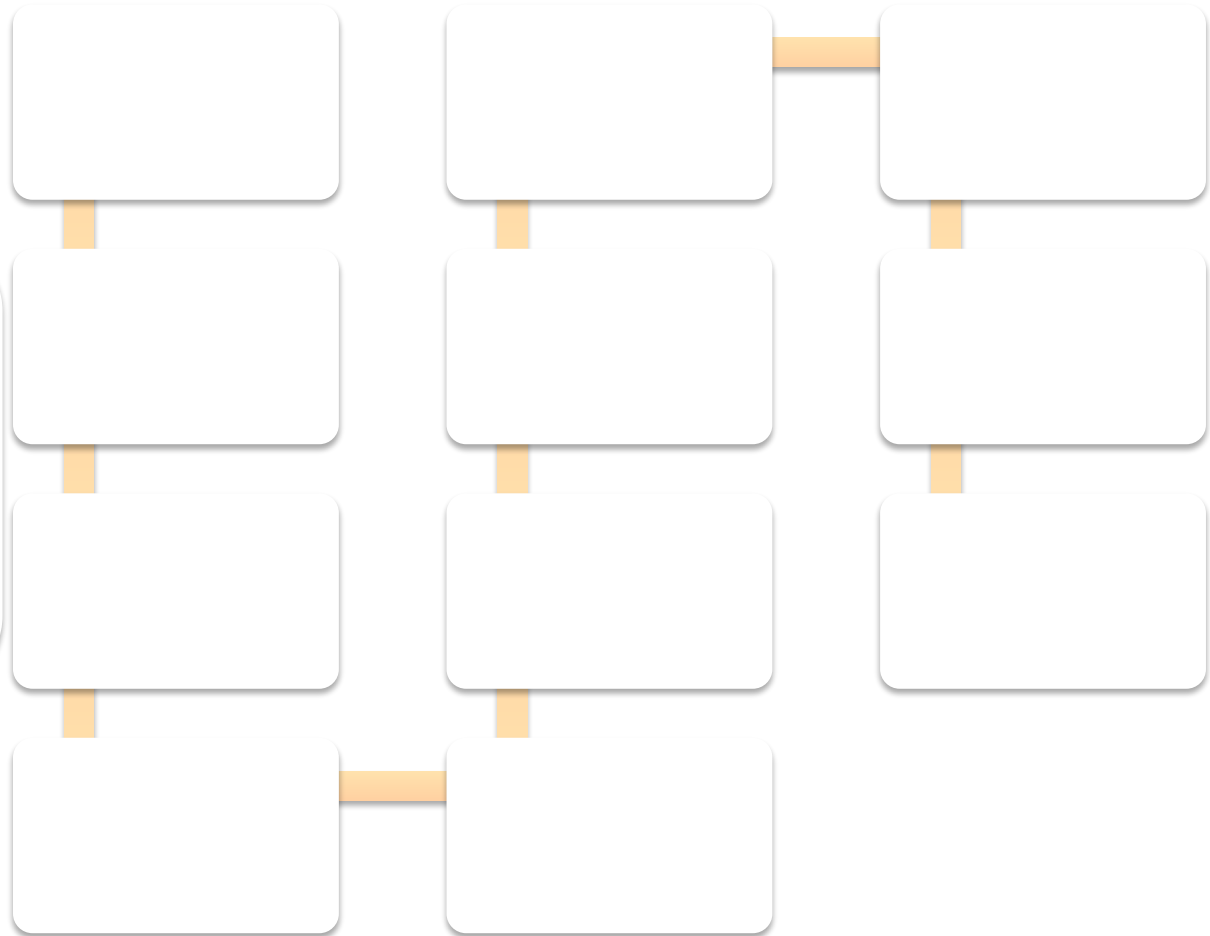
MODULUL 2 LECȚIA 3

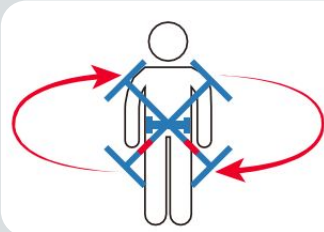
SUBIECTE	OBIECTIVE DE ÎNVĂȚARE	MATERIALE DIDACTIC	PROCESUL DE PREDARE	REZULTATE CONCRETE	EVALUARE
• Depanare cu actualizări de firmware ale produsului. • Efectuarea calibrării și ajustărilor de bază ale parametrilor de zbor. • Implementarea și propunerea acțiunilor de întreținere preventivă	• Învățarea scopurilor și etapelor actualizărilor de firmware • Efectuarea calibrărilor de bază • Înțelegerea impactului factorilor de mediu asupra performanței zborului • Înțelegerea principiilor de întreținere preventivă • Învățarea să creeze un program de întreținere preventivă • Dobândirea competenței în conținutul manualelor de întreținere ale produselor	• Video de actualizare a firmware-ului (Video 3.1) • Video cu procedurile de calibrare (Video 3.2) • Efectele performanței UAV ale factorilor de mediu video (Video 3.3) • Video cu principiile de întreținere a UAV (Video 3.4) • Crearea unui program video de întreținere (Video 3.5) • Video cu manuale de	1. Urmăriți videoclipul 3.1 și explicați pașii de actualizare a firmware-ului (Sursa 11) 2. Urmăriți videoclipul 3.2 și explicați pașii de calibrare pentru componentele UAV (Sursa 12) 3. Urmăriți videoclipul 3.3 și examinați practicile de atenuare a efectelor factorilor de mediu asupra UAV (Sursa 13) 4. Vizionați videoclipul 3.4 și identificați acțiunile de întreținere (Resursa 14) 5. Vizionați videoclipul 3.5 și dezvoltați un program de întreținere în funcție de timp și ciclu (Sursa 15)	• Ghid de actualizare a firmware-ului • Proceduri de calibrare • Un ghid practic despre modul în care factorii de mediu afectează performanța dronei • Șablon de acțiuni de întreținere • Ghidul programului de întreținere • Manuale de întreținere a dronei	• Evaluați pașii de actualizare a firmware-ului creați de participant. • Evaluați procedurile de calibrare implementate de participant. • Evaluați cunoștințele participantului cu privire la impactul oricărui factori de mediu asupra performanței dronei. • Inspectați pașii acțiunilor de întreținere pregătiți de participant. • Revizuiți programul de întreținere dezvoltat de participant. • Evaluați stăpânirea de către participant a conținutului manualului de întreținere

Actualizare firmware

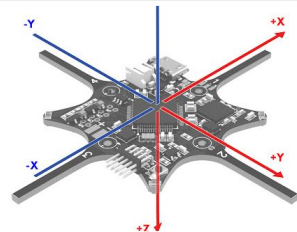


**Actualizare
firmware**





Calibrare busola: Efectuat într-o zonă deschisă, departe de interferențe magnetice. De obicei implică rotirea dronei pe orizontală și pe verticală



Calibrare IMU (Inertial Measurement Unit): Se face de obicei pe o suprafață plană și plană. Poate fi necesar ca drona să rămână nemișcată pentru o perioadă stabilită



Calibrarea cardanului: Adesea implică o serie de mișcări predeterminate. Asigură funcționarea lină a camerei și stabilizarea corespunzătoare

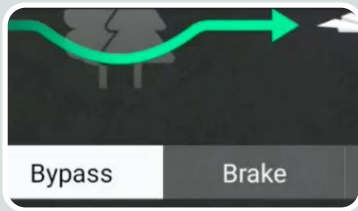


Calibrarea barometrelui: De obicei automat, dar poate necesita introducerea manuală a altitudinii curente

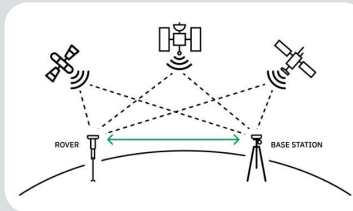
Proceduri de calibrare



Calibrare ESC (controler electronic de viteză):Asigură un răspuns adecvat al motorului la intrările de accelerație. De obicei, se realizează prin firmware-ul dronei sau un instrument dedicat.



Calibrarea senzorului de evitare a obstacolelor:Poate implica prezentarea obiectelor la distanțe cunoscute. Asigură detectarea precisă și evitarea obstacolelor.

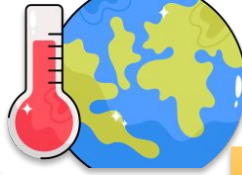


Calibrare GPS RTK (RealTime Kinematic):Pentru drone echipate cu GPS de înaltă precizie. Poate necesita configurarea unei stații de bază și acordarea timpului pentru blocarea satelitelui.



Calibrarea camerei/obiectiv:Se reglează pentru distorsiunea obiectivului și acuratețea culorii. Poate implica capturarea de imagini ale modelelor de calibrare

Proceduri de calibrare

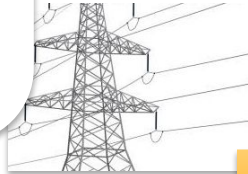


Impactul factorilor de mediu asupra performanței UAV

Schimbările de temperatură afectează precizia senzorului, în special barometrele și IMU-urile



Interferența magnetică afectează precizia busolei în apropierea structurilor metalice sau a echipamentelor electrice (necesită recalibrarea busolei)

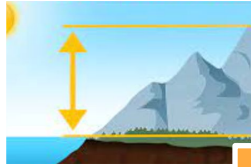


Câmpurile electromagnetice (în apropierea liniilor electrice sau a turnurilor radio) pot interfera cu GPS-ul



Vânturile de mare viteză (creează vibrații și șocuri) pot alinia greșit componentele sensibile, cum ar fi cardanele și camerele.

Impactul factorilor de mediu asupra performanței UAV



Variațiile de altitudine și modificările presiunii atmosferice afectează citirile presiunii aerului și precizia barometrului (Poate necesita recalibrarea barometrului)



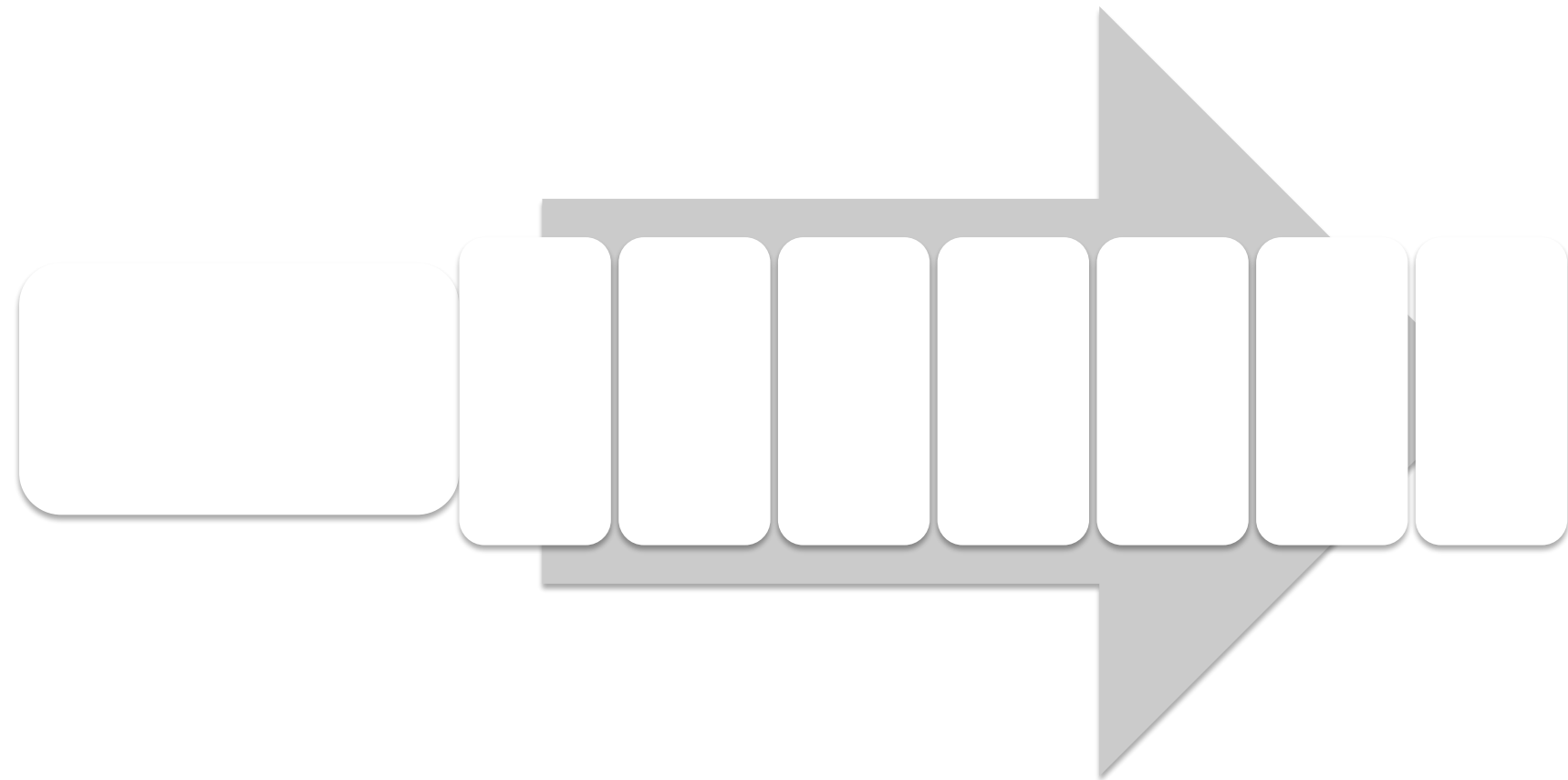
Umiditatea poate afecta performanța anumitor senzori, în special în condiții extreme

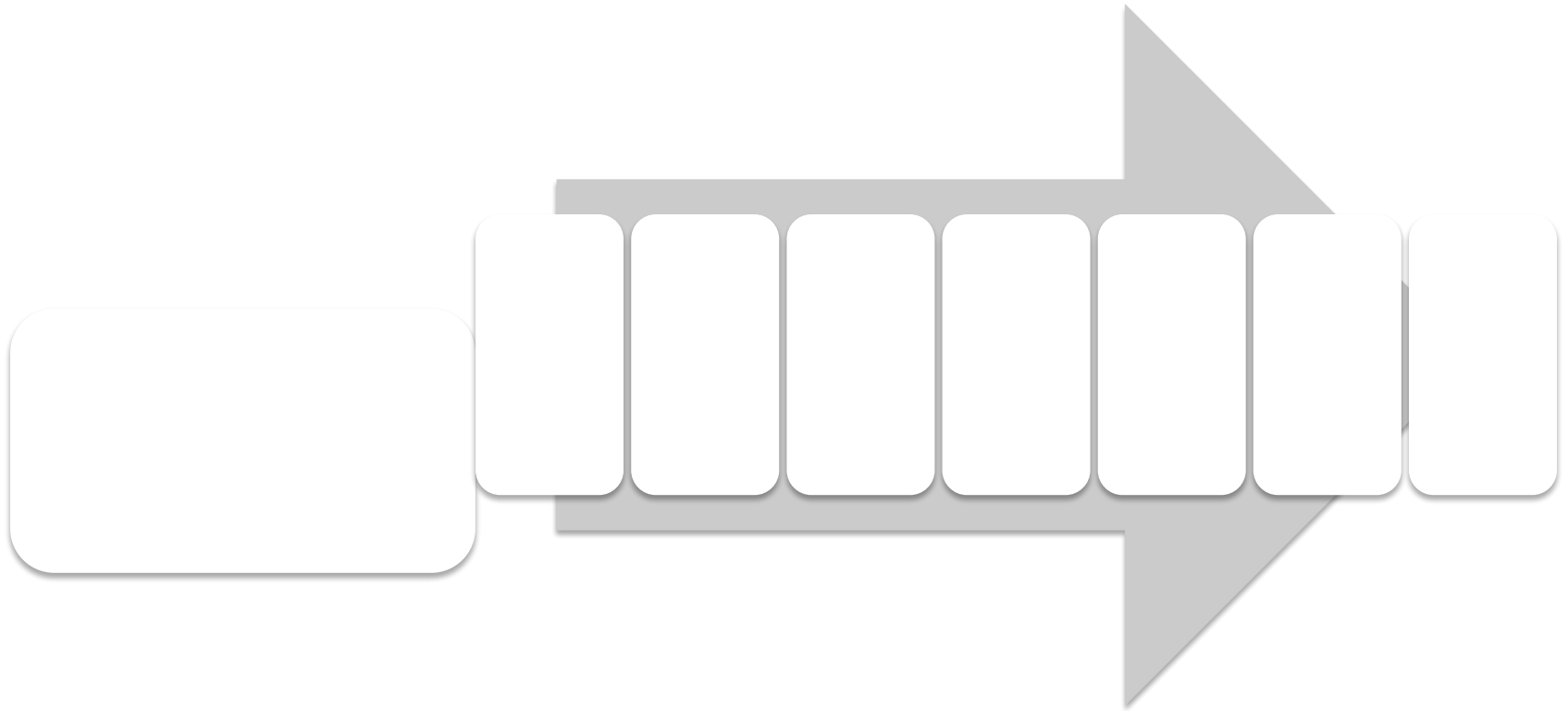


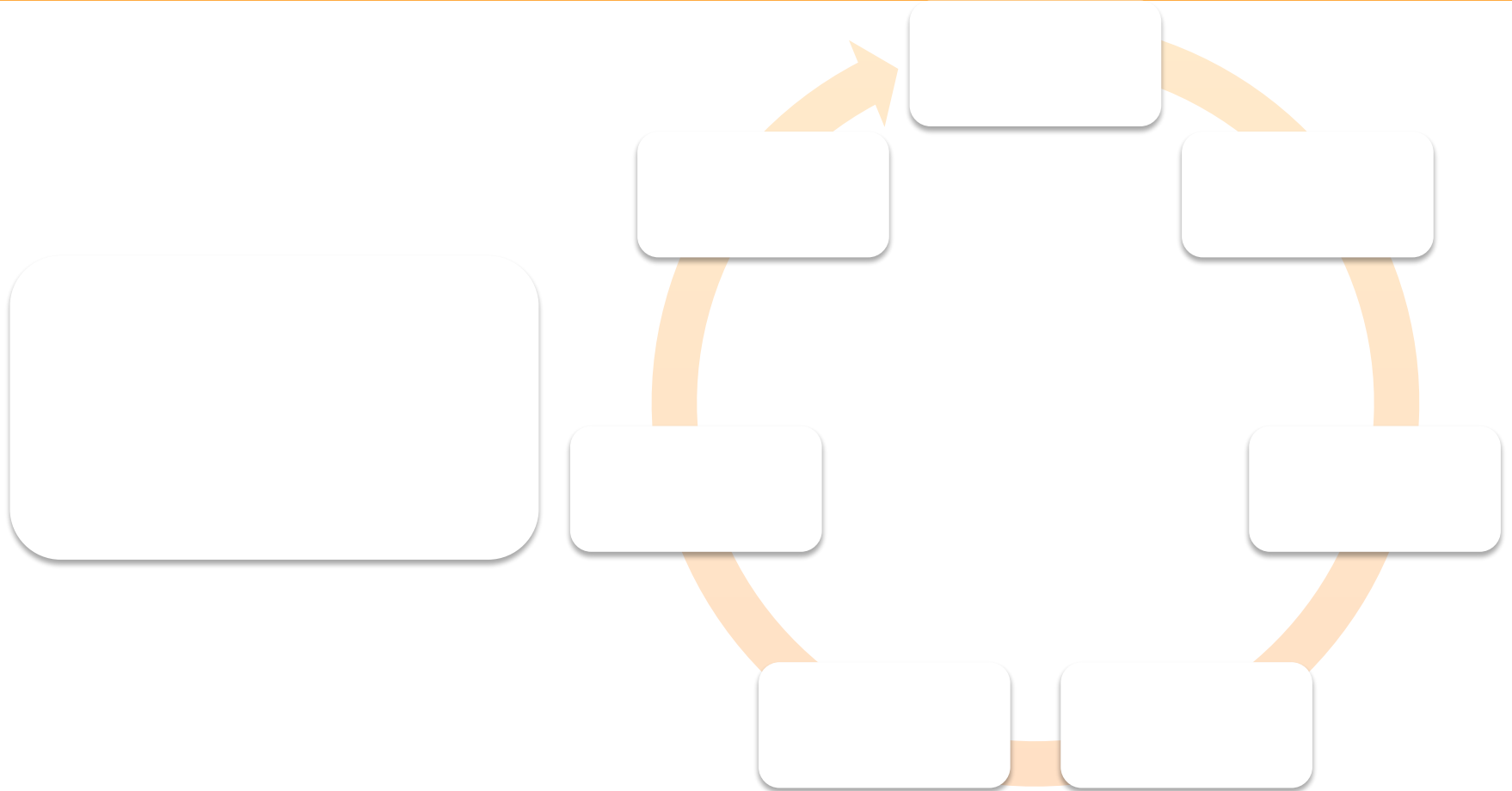
Expunerea la soare și la UV pot afecta senzorii camerei și performanța cardanului în timp

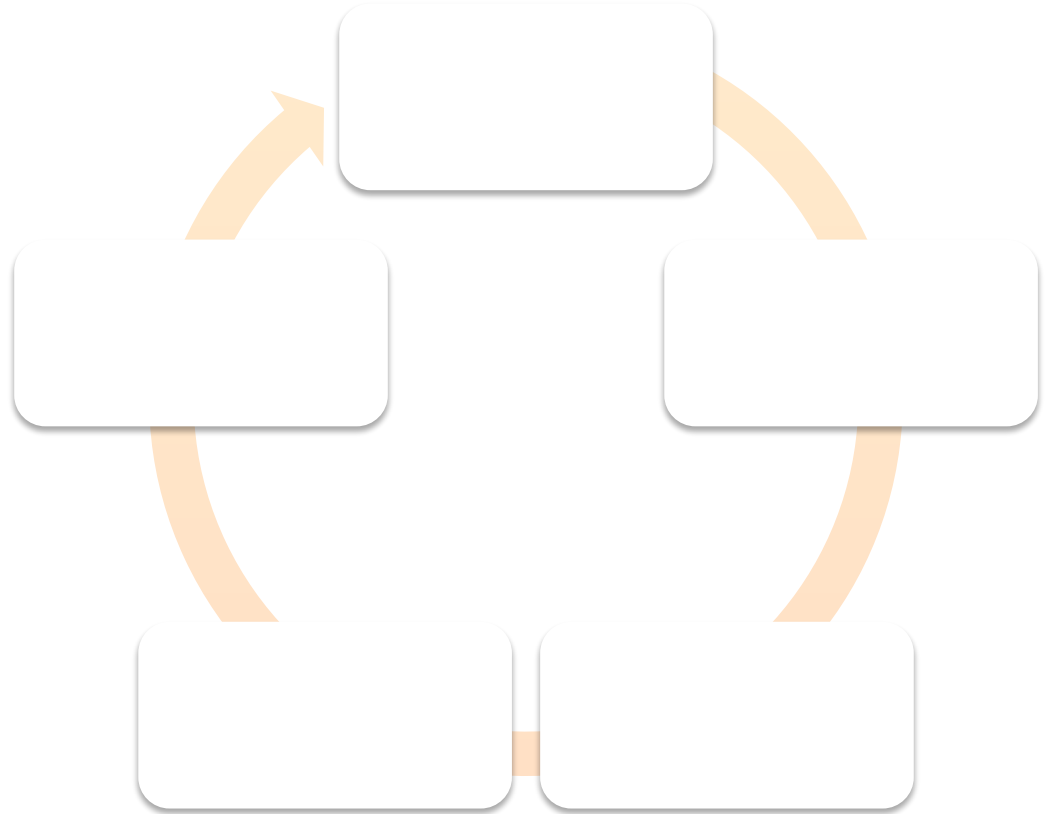
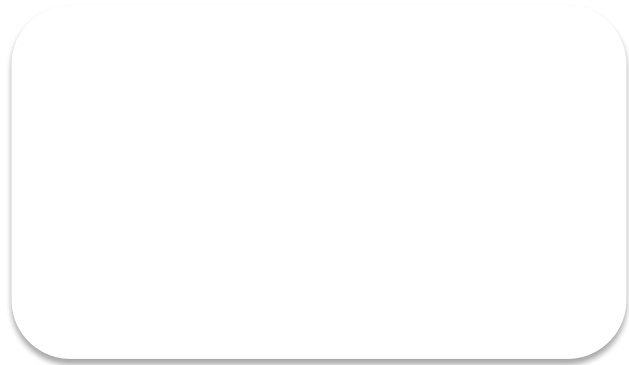


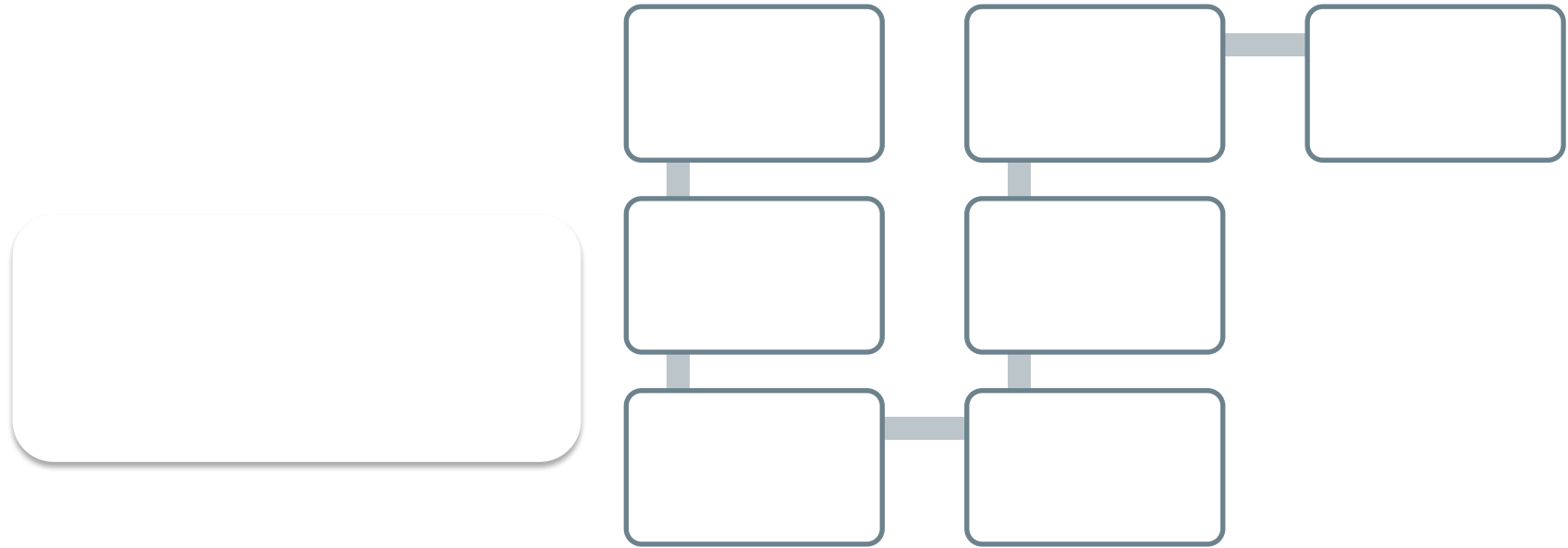
Praful și particulele se pot acumula pe senzori, afectând performanța acestora



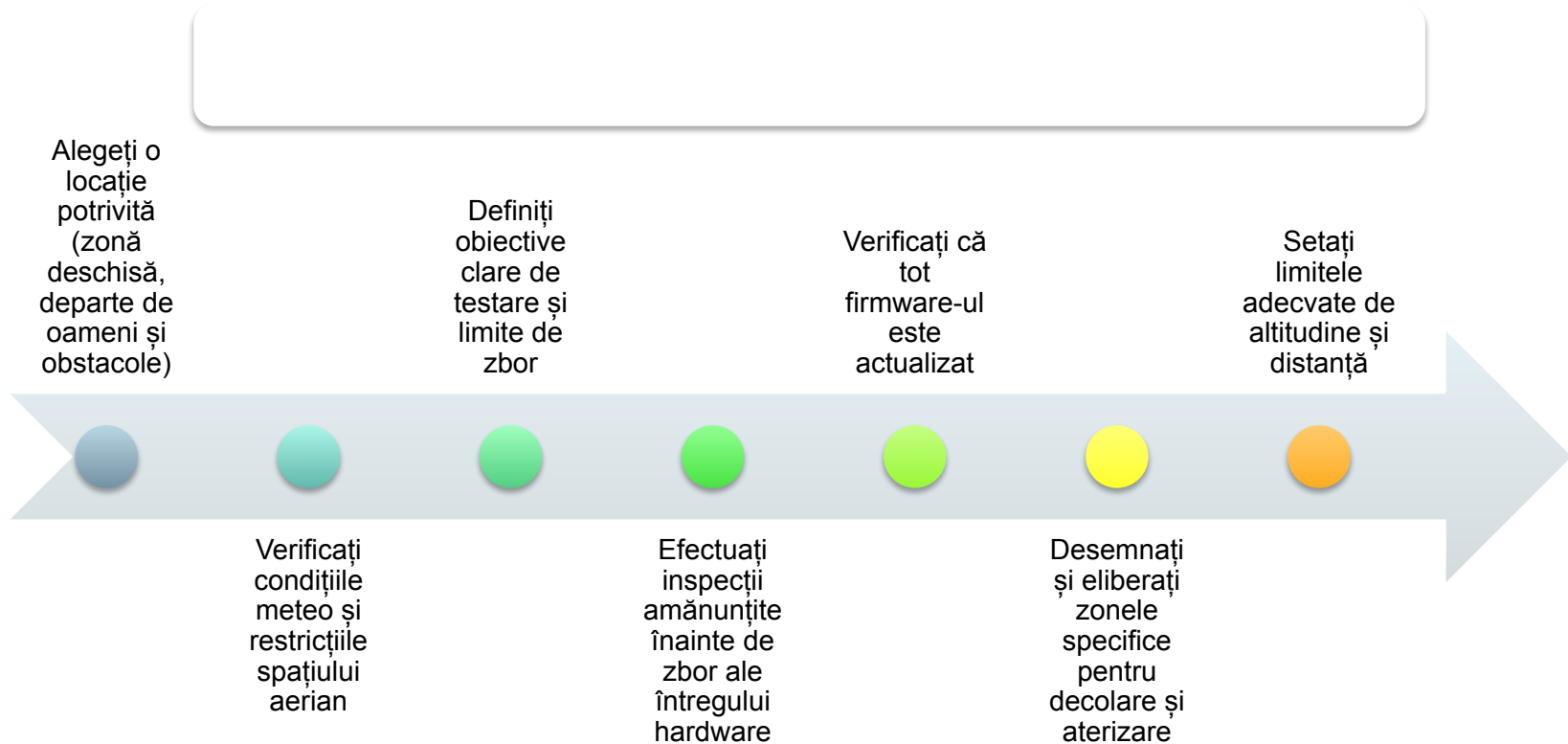


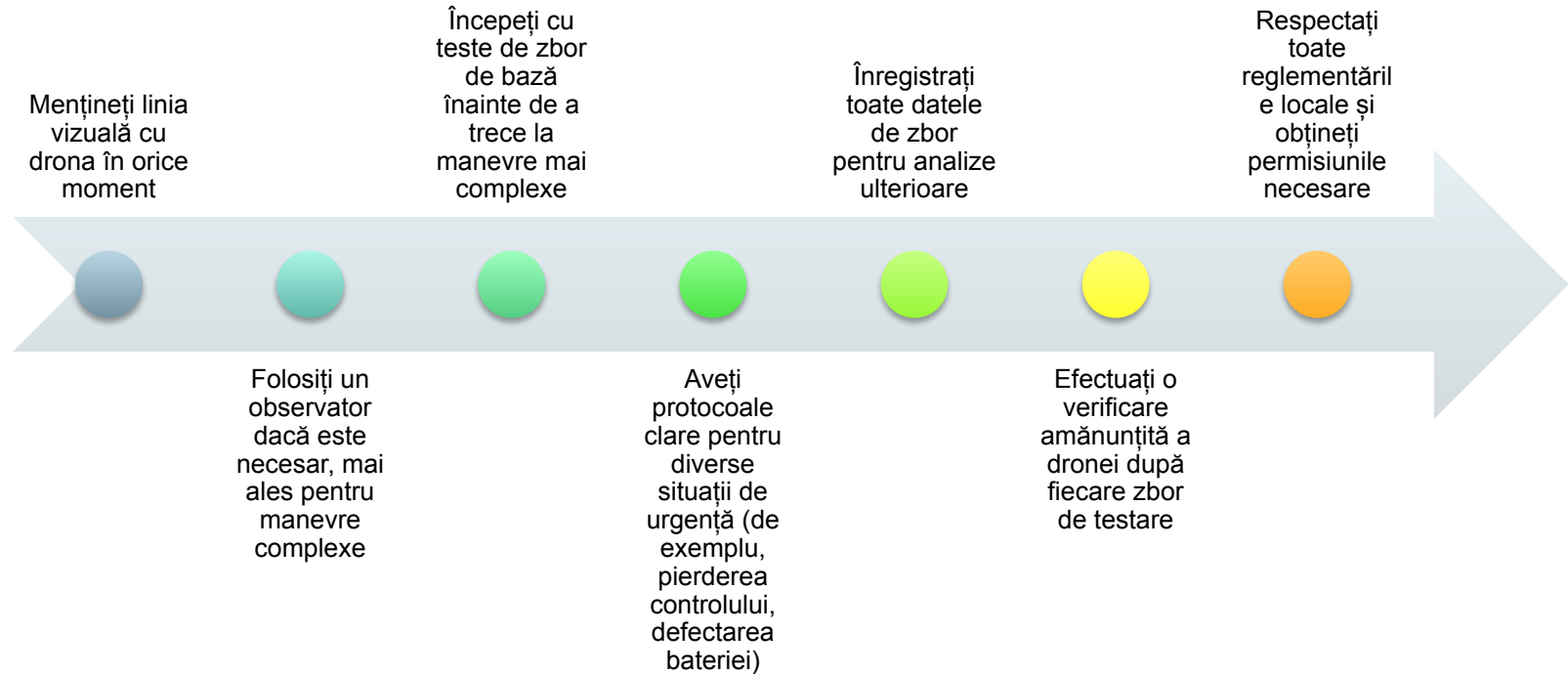






SUBIECTE	OBIECTIVE DE ÎNVĂȚARE	MATERIALE DIDACTIC	PROCESUL DE PREDARE	REZULTATE CONCRETE	EVALUARE
- Zbor de testare după întreținere - Înregistrarea detaliilor de depanare într-un formular	- Învățarea regulilor de siguranță a zborului pentru zborurile de testare - Identificați valorile cheie de performanță în zbor - Învățarea comenzilor după zbor - Dezvoltați competența în documentarea proceselor și rezultatelor de depanare - Creați formulare standardizate de depanare	- Video cu ghiduri privind siguranța zborului (video 4.1) - Video cu valorile performanței zborului (Video 4.2) - Video cu verificări după zbor (Video 4.3) - Documentația video de depanare (Video 4.4) - Video șablon de depanare bazat pe componente (Video 4.5)	- Urmăriți videoclipul 4.1 și enumerați pașii de siguranță pentru zbor (Sursa 17) - Vizionați videoclipul 4.2 și analizați valorile performanței zborului (Sursa 18) - Urmăriți videoclipul 4.3 și enumerați verificările după zbor (Sursa 19) - Vizionați videoclipul 4.4 și identificați ce trebuie să fie în documentul de depanare (Sursa 20) - Vizionați videoclipul 4.5 și creați un șablon de depanare bazat pe componente (Sursa 21)	- Pași de ghidare pentru siguranța zborului - Manual de metrici de performanță a zborului - Lista verificărilor după zbor - Depanarea conținutului șablonului - Formulare de depanare bazate pe componente	- Evaluați pașii de siguranță a zborului creați de participant. - Analizați criteriile de performanță a zborului create de participant. - Analizați pașii listei de verificare după zbor creați de participant. - Evaluați șablonul de depanare creat de participant. - Verificați formularul de depanare creat de participant pentru orice componentă.





Stabilitatea zborului cuprinde precizia planului, receptivitatea la comenzi și capacitatea de a menține altitudinea și poziția.

Performanța bateriei include factori precum rata consumului de energie, stabilitatea tensiunii sub sarcină și compararea timpului real de zbor cu timpul de zbor estimat.

Eficiența motorului implică funcționarea lină pe toată gama de viteze, monitorizarea temperaturii în timpul și după zbor și asigurarea absenței sunetelor sau vibrațiilor neobișnuite.

Performanța sistemului de control include latența dintre intrare și răspunsul dronei, intervalul semnalului de control și fiabilitatea conexiunii.

Valori de performanță a zborului

Precizia GPS include precizia menținerii poziției, precizia revenirii la domiciliu și consistența coordonatelor raportate.

Evitarea obstacolelor bazată pe raza de detectare și acuratețe, timpul de răspuns la obstacole și performanța în diferite condiții de iluminare.

Performanța camerei și a cardanului include calitatea imaginii/video, eficiența stabilizării și acuratețea mișcărilor camerei.

Citirile senzorului includ consistența citirilor de altitudine și viteză, precizia direcției busolei și precizia barometrului.

Zbor autonom bazat pe acuratețea urmăririi rutelor preprogramate, precizia aterizărilor și decolărilor automate și performanța modurilor de zbor inteligente.

Valori de performanță a zborului

Sistemul de propulsie include puterea de tracțiune, echilibrul elicei și nivelurile de vibrație și temperatura motorului sub sarcină.

Manipularea sarcinii utile implică stabilitate cu diferite sarcini utile, impactul asupra timpului de zbor și manevrabilitate și funcționalitatea mecanismului de eliberare a sarcinii utile, dacă este cazul.

Adaptabilitatea la mediu include performanța în diferite condiții meteorologice, rezistența la deriva vântului și comportamentul la temperaturi diferite.

Sistemele de siguranță implică eficacitatea funcției de întoarcere la domiciliu, activarea corectă a avertizărilor de baterie descărcată și răspunsul adecvat la pierderea semnalului.

Calitatea transmisiei datelor include gama și calitatea legăturii video în jos, precizia și rata de actualizare a datelor de telemetrie și latența în fluxul de vizualizare la persoana întâi (FPV).



Verificări inițiale după zbor

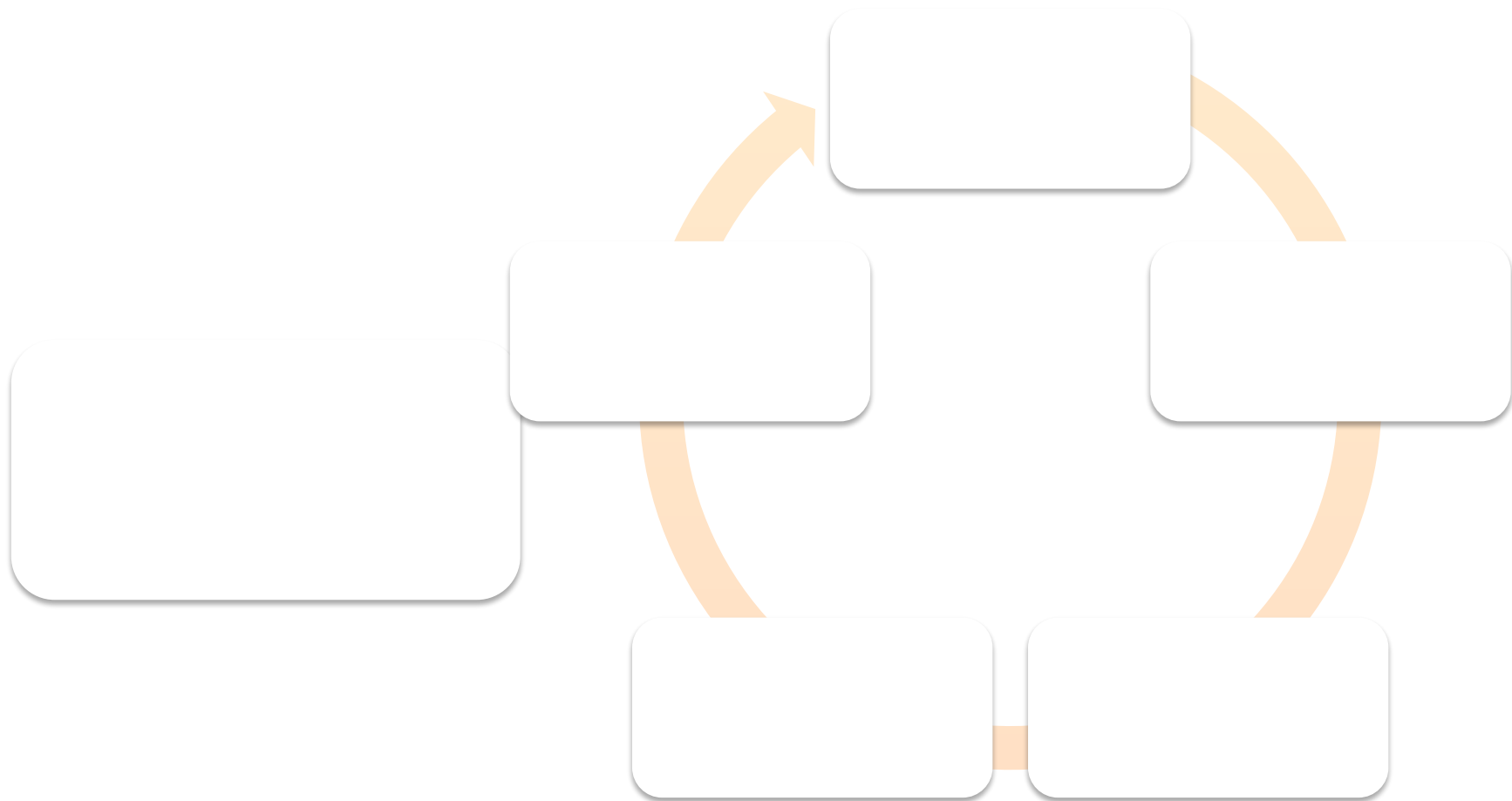
Examenul fizic

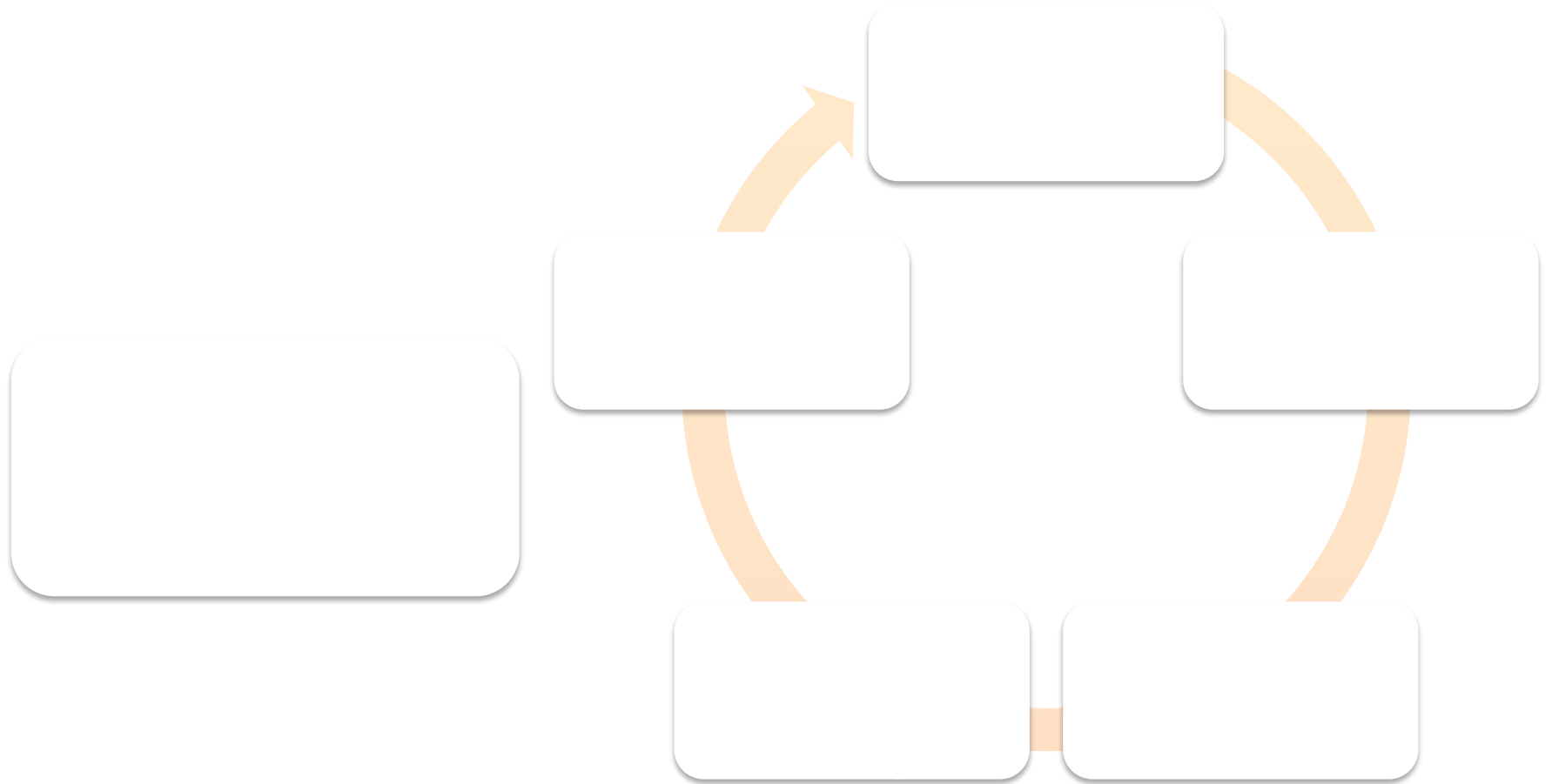
Controale bazate pe componente

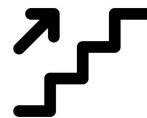
Revizuirea software-ului/datelor

Documentare

Pregătirea pentru depozitare







Șabloane de depanare bazate pe componente



<https://www.uavet.org>