



### Lokaskýrsla um flugslysa

Mál nr.: **22-010F002**

Dagsetning: **3. febrúar 2022**

Staðsetning: **Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni**

Atvik: **Flugvél hafnaði í Þingvallavatni**

Rannsókn samkvæmt lögum nr. 18/2013 skal eingöngu miða að því að leiða í ljós orsakir samgönguslysa og samgönguátvika, en ekki að skipta sök eða ábyrgð, með það að markmiði að draga úr hættu á sams konar slysum og atvikum og afleiðingum sambærilegra slysa. Skýrslum rannsóknarnefndar um rannsókn einstakra slysa og atvika skal ekki beitt sem sönnunargögnum í dómsmálum.

---

## SAMANTEKT

Flugvél TF-ABB tók á loft frá Reykjavíkflugvelli (BIRK) klukkan 10:38 þann 3. febrúar 2022 með flugmann og þrjá farþega innanborðs. Flugáætlun flugsins gerði ráð fyrir tveggja klukkustunda flugi um Suðurland og landingu að því loknu á Reykjavíkflugvelli. Flogið var frá Reykjavíkflugvelli, yfir Hellisheiði, meðfram suðurströndinni að Þjórsárósum, til norðvesturs yfir Grímsnes og svo í átt að Þingvallavatni. Flugvélin lækkaði flugið niður að ísilögðu vatninu í Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni þar sem hjól flugvélarinnar snertu ísinn og fóru í gegnum hann. Flugvélin hafnaði í vatninu klukkan 11:48 og telur RNSA að hún hafi sokkið um tveimur mínútum síðar.

Nægt eldsneyti var á flugvélinni. Ekkert óeðlilegt fannst að hreyflinum í niðurrifsskoðun sem skýrt gæti flugslysið. Viðhald flugvélarinnar var samkvæmt viðhaldsáætlun og frá síðasta viðhaldi á hreyflinum hafði Tach mælir flugvélarinnar gengið 65,6 klukkustundir. Ekkert fannst að flugvélinni sem skýrt gat tildrög flugslyssins. RNSA gat ekki skorið úr um hvort til stóð að lenda á ísilögðu vatninu eða fljúga í lítilli hæð yfir því. RNSA telur mannlega þætti vera meðverkandi í flugslysinu.

Neyðarsendir fór ekki í gang í flugslysinu, en Neyðarlínunni barst nokkurra sekúndna símtal klukkan 11:51 úr síma eins farþegans. Ekki voru nein greinileg samskipti í símtalinu. RNSA telur sennilegt að flugmaðurinn og farþegarnir hafi reynt að komast í land, en lík þeirra fundust á botni vatnsins í talsverðri fjarlægð frá bæði flugvélinni og þeim stað þar sem talið er að flugvélin hafi hafnað í vatninu. Samkvæmt réttarmeinafræðingi sáust einkenni drukknunar hjá þeim öllum.

Orsök flugslyssins er rakin til viljandi eða óviljandi landingar á ísilögðu vatni, þar sem ísinn bar ekki þunga flugvélarinnar, flugvélin fór í gegnum hann og hafnaði í vatninu. RNSA telur sennilegt að tilgangur flugsins, að útbúa raunveruleikaefni, hafi verið áhrifapáttur í því að flugmaðurinn lækkaði flugið niður að vatninu.

RNSA rannsakaði einnig fyrirkomulag tilkynningar, leitar og björgunaraðgerða í tengslum við flugslysið, samkvæmt 1. grein laga 18/2013.

RNSA gefur út fjórar tillögur í öryggisátt og fjórar mikilvægar ábendingar í tengslum við flugslysið.

## EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT .....	2
1. HELSTU STAÐREYNDIR.....	4
1.1 Um flugið.....	5
1.2 Áverkar .....	12
1.3 Skemmdir á lofffari .....	12
1.4 Upplýsingar um flugvélina .....	17
1.5 Veður .....	18
1.6 Leit.....	19
1.7 Björgun .....	32
1.8 Endurheimt TF-ABB .....	35
1.9 Rannsókn.....	38
1.10 Prófanir og rannsóknir .....	39
2. GREINING .....	44
2.1. Verklag við rekstur .....	44
2.2. Flugið .....	46
2.2.1. Aðstæður við Þingvallavatn .....	46
2.2.2. Vettvangur á botni vatnsins .....	47
2.2.3. Sennilegur vettvangur á yfirborði vatnsins .....	49
2.2.4. Sennilegur aðdragandi flugslyssins .....	50
2.2.5. Veður .....	57
2.2.6. Blöndungsísing.....	57
2.3. Flugvélin .....	59
2.3.1. Þyngd og vægi .....	59
2.3.2. Áætlaður flughraði fyrir flugslys .....	61
2.3.3. Viðhald flugvélarinnar.....	62
2.3.4. Stilling stjórnækja .....	64
2.3.5. Eldsneyti .....	67
2.3.6. Rannsókn á hreyfli .....	69
2.3.7. Viðhald á hreyfli.....	70
2.4. Mannlegir þættir .....	72
2.5. Möguleikar að komast af .....	73
2.5.1. Fjarskipti.....	77
2.5.2. Neyðarsendir.....	79
2.5.3. Sætisbelti .....	80
2.5.4. Björgunarvesti .....	80
2.5.5. Rýming.....	81
2.5.6. Leit .....	85
2.5.7. Björgun .....	91
3. NIÐURSTAÐA.....	94
4. TILLÖGUR Í ÖRYGGISÁTT .....	104
5. VIÐAUKAR.....	107
5.1. Viðauki I – Greining á hreyflahljóði .....	107
5.2. Viðauki II – Tímaákvörðun flugslyssins.....	112
5.3. Viðauki III – Rannsókn á hreyfli .....	114
5.4. Viðauki IV – Mannlegir þættir .....	119
5.4.1. Áhættuhegðun.....	119
5.4.2. Forsendur fyrir áhættuhegðun .....	121
5.4.3. Óöruggt eftirlit .....	122
5.4.4. Skipulagsáhrif .....	123

## 1. HELSTU STAÐREYNDIR

Staður og tími	
<b>Staðsetning:</b>	Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni
<b>Dagsetning:</b>	3. febrúar 2022
<b>Tími<sup>1</sup>:</b>	11:48

Loffar	
<b>Tegund:</b>	Textron 172N
<b>Skrásetning:</b>	TF-ABB
<b>Framleiðsluár:</b>	1977
<b>Raðnúmer:</b>	172-69176
<b>Lofthæfiskírteini:</b>	Í gildi
<b>Hreyfill:</b>	Lycoming O-360-A4M, 180 hestafla, raðnúmer L-8327-36A

Flugmaður									
<b>Aldur:</b>	49 ára								
<b>Skírteini:</b>	Handhafi atvinnuflugmannsskírteinis (CPL), útgefnu af Samgöngustofu og var skírteinið í gildi								
<b>Áritanir:</b>	Einhreyfilsáritun (SEP) Flugkennararéttindi (FI)								
<b>Heilbrigðisvottorð:</b>	1. flokks og var það í gildi								
<b>Reynsla:</b>	<table border="1"><tbody><tr><td>Heildartími<sup>2</sup>:</td><td>1998 stundir</td></tr><tr><td>Heildartími á TF-ABB<sup>3</sup>:</td><td>729 stundir</td></tr><tr><td>Síðustu 90 dagar:</td><td>14 stundir</td></tr><tr><td>Síðustu 24 tímar:</td><td>1,2 stundir</td></tr></tbody></table>	Heildartími <sup>2</sup> :	1998 stundir	Heildartími á TF-ABB <sup>3</sup> :	729 stundir	Síðustu 90 dagar:	14 stundir	Síðustu 24 tímar:	1,2 stundir
Heildartími <sup>2</sup> :	1998 stundir								
Heildartími á TF-ABB <sup>3</sup> :	729 stundir								
Síðustu 90 dagar:	14 stundir								
Síðustu 24 tímar:	1,2 stundir								

<sup>1</sup> Allir tímar í skýrslunni eru staðartímar (UTC+0) nema annað sé tekið fram.

<sup>2</sup> Flugdagbækur flugmannsins fundust ekki, en reynsla flugmannsins er byggð á afritum af síðustu blaðsíðum í flugdagbók sem hann skilaði inn til Samgöngustofu þann 11. maí 2021 og gögnum flugvélar TF-ABB eftir það.

<sup>3</sup> Ekkert er vitað um reynslu flugmannsins á aðrar Textron/Cessna 172 flugvélar en TF-ABB og því gæti reynslan á flugvélategundina verið enn hærra hlutfall af heildarreynslu flugmannsins.

## 1.1 Um flugið

Flugmaður flugvélar TF-ABB tók á loft frá Reykjavíkflugvelli (BIRK) klukkan 10:38 þann 3. febrúar 2022 með þrjá farþega innanborðs. Samkvæmt flugáætluninni ætlaði flugmaðurinn að fljúga austur yfir fjall [Suðurland] og lenda aftur á Reykjavíkflugvelli eftir tveggja klukkustunda flug. Flugþol flugvélarinnar var áætlað fjórar klukkustundir.

Tilgangur flugsins var ekki skráður sérstaklega, en samkvæmt þeim upplýsingum sem RNSA aflaði þá var hann að útbúa auglýsingaefni fyrir samfélagsmiðla, svokallað raunveruleikaefni (authentic content).

Flugvélinni var flogið frá Reykjavík, yfir Hellisheiði og Ölfusárósa, meðfram suðurströndinni að Þjórsárósum og svo til norðvesturs yfir Grímsnes.

Því næst var flugvélinni flogið vestan Úlfjótsvatns og stefnan tekin á Ölfusvatnsvík í sunnanverðu Þingvallavatni.



Mynd 1: Ætluð flugleið flugvélar TF-ABB.

Mikið myndefni, sem tekið var í fluginu, fannst á tækjabúnaði sem var um borð í flugvélinni. Nýttist þetta myndefni við rannsókn slyssins og var meðal annars notað til þess að áætla feril flugvélarinnar (mynd 1).

Hljóð á myndskaiðum sem tekin voru um borð í flugvélinni, um það leyti þegar hún var að koma inn að Ölfusvatnsvík, gaf til kynna að afl hafi verið á hreyflinum.



**Mynd 2: Staðsetning áætluð vestan Úlfjótuvatns klukkan 11:46:55 þann 3. febrúar 2022. Ljósmyndin er úr myndavél sem var um borð í flugvél TF-ABB.**

Á myndskeiðunum má einnig sjá að ís var að myndast í Ölfusvatnsvík (mynd 3 og mynd 4). Tekið skal fram að tímar sem gefnir eru upp á myndum 2 til 6 byggjast á tímastimpli þeirra í myndavélinni sem myndirnar/myndskeiðin voru teknar með, leiðréttum fyrir íslenskan tíma (UTC+0).



**Mynd 3: Rammi úr myndskeiði úr flugvél TF-ABB klukkan 11:47:14 af Ölfusvatnsvík.**



**Mynd 4: Rammi úr myndskaiði úr flugvél TF-ABB klukkan 11:47:57.**

Ís sem var að myndast í Ölfusvatnsvík virðist hins vegar hafa verið mjög þunnur og stórar vakir á milli. Myndir 5 og 6, sem teknar voru úr flugvélinni af Ölfusvatnsvík klukkan 11:48, úr lítilli hæð, sýna ísskæni og stórar vakir.



Mynd 5: Ljósmynd sem tekin var úr flugvél TF-ABB klukkan 11:48:08.





Mynd 6: Ljósmynd sem tekin var úr flugvél TF-ABB klukkan 11:48:13.

Á myndskaiði úr öryggismyndavél við Þingvallavatn sést flugvél TF-ABB fljúga frá sunnanverðri Ölfusvatnsvík til norðnorðausturs. Á upptökunni sést flugvélin lækka flugið í átt að vatninu. Því næst beygir flugvélin til vinstri (til norðvesturs) og lækkar í kjölfarið flugið enn frekar að vatninu. Flugvélin virðist annað hvort fljúga í mjög lítilli hæð yfir vatninu, eða vera í landingarbruni á ísnum<sup>4</sup>, í um 7 sekúndur, áður en hún hafnar í vatninu (mynd 7).



00:41 á myndskaiði – Flýgur til norðnorðausturs



00:45 á myndskaiði – Í lækkun að vatninu



00:52 á myndskaiði – Í vinstri beygju



00:57 á myndskaiði – Lækkar flugið enn frekar



01:02 á myndskaiði – Komin niður að vatninu



01:09 á myndskaiði – Hafnar í vatninu

Mynd 7: Samsettar myndir úr myndskaiði úr öryggismyndavél af ferli TF-ABB yfir Ölfusvatnsvík<sup>5</sup>.

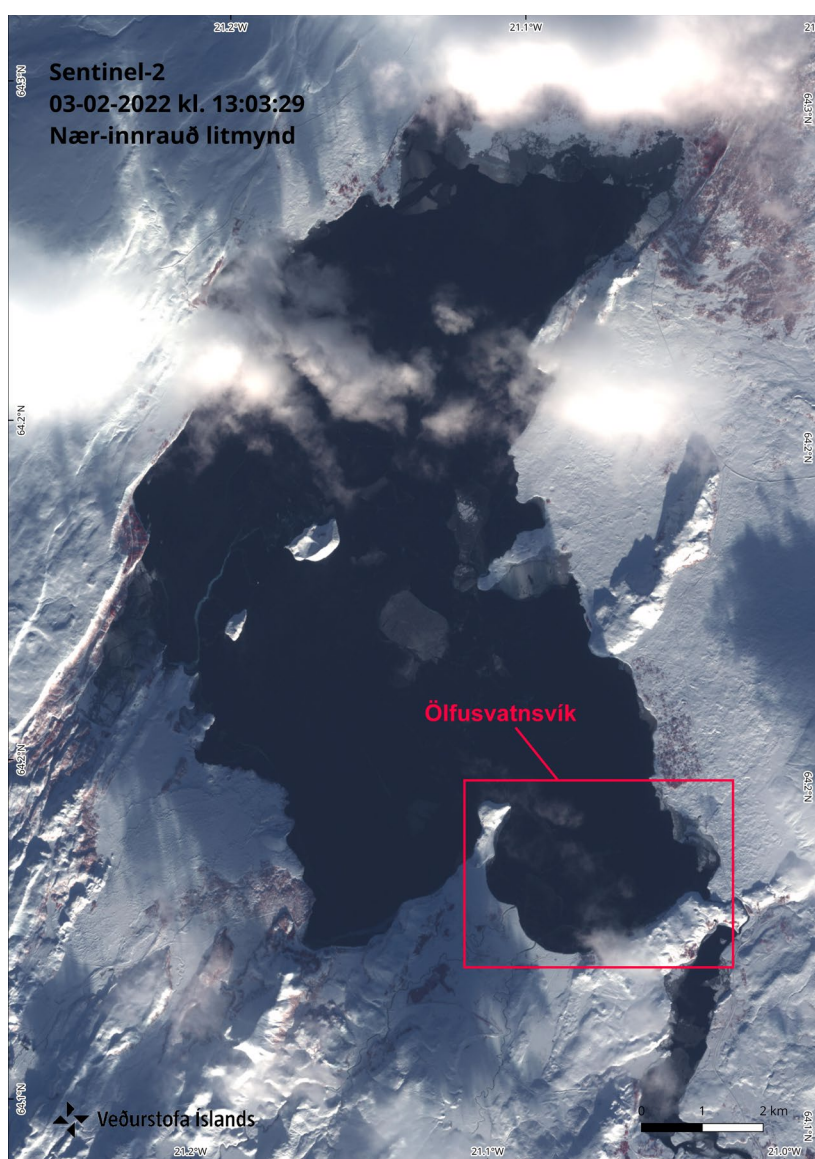
Ekki fannst myndefni frá flugslysinu sjálfu en síðasta myndin sem fannst er mynd 6, sem tekin var klukkan 11:48:13. Samanburður myndskaiðsins (á mynd 7) og staðsetningargreiningar með dróna á myndum 4-6, leiddi í ljós að mynd 5 var líklega tekin tæplega hálfri mínútu áður en flugvélin hafnaði í vatninu.

<sup>4</sup> Ekki reyndist unnt að greina hvort um landingarbrun eða litla flughæð yfir vatninu var að ræða.

<sup>5</sup> Klukkan á öryggismyndavél var röng, en var leiðrétt áður en náðist að kvarða tímunn.

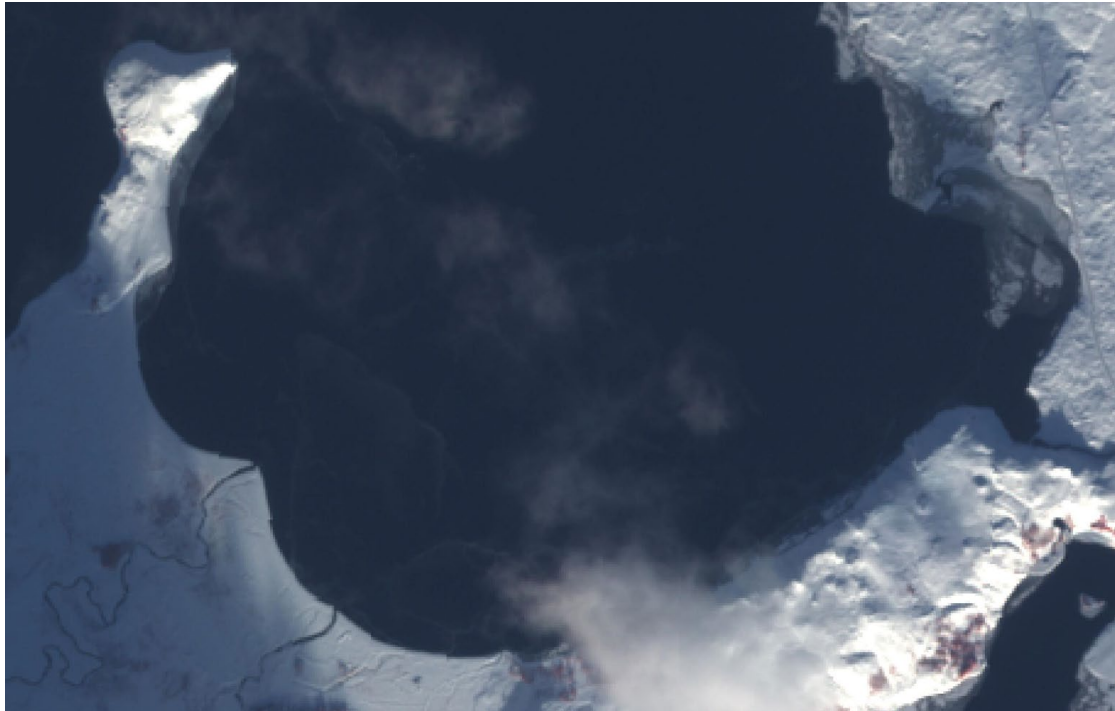
Engin merki bárust frá neyðarsendi TF-ABB við eða eftir flugslysið. Neyðarlínunni barst nokkurra sekúndna símtal klukkan 11:51. Ekki voru nein greinileg samskipti í símtalinu, að frátaldri svörun neyðarvarðar Neyðarlínunnar. Rakning á símtalinu leiddi í ljós að það barst úr síma eins farþegans.

RNSA fékk nær-innrauða<sup>6</sup> gervihnattarmynd frá Veðurstofu Íslands, sem tekin var af Þingvallavatni klukkan 13:03 daginn sem flugslysið varð eða um 1 klukkustund og 12 mínútum eftir símtalið til Neyðarlínunnar. Á gervihnattarmyndinni má sjá ísmyndun næst ströndinni í Ölfusvatnsvík (myndum 8 og 9), en ekki er hægt að greina þunna ísinn sem sjá má utar í Ölfusvatnsvík á myndum 3 til 6.



Mynd 8: Nær-innrauð gervihnattarmynd tekin af Þingvallavatni klukkan 13:03:29 (Veðurstofa Íslands).

<sup>6</sup> near-infrared.



Mynd 9: Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni klukkan 13:03:29 (sýnir svæði í rauða kassanum á mynd 8), nær-innrauð gervihnattarmynd (Veðurstofa Íslands).

## 1.2 Áverkar

Allir fjórir sem voru um borð í flugvél TF-ABB, þegar hún hafnaði í Þingvallavatni, létust. Samkvæmt réttarmeinafræðingi sáust einkenni drukknunar í lungum þeirra allra.

Engir innvortis eða útvortis áverkar gátu talist hluti af dánarorsök, en minniháttar áverkar voru á andlitum þeirra sem sátu í framsætum.

Einn björgunarsveitarmaður slasaðist alvarlega í vélsleðaslysi við leitina að TF-ABB.

## 1.3 Skemmdir á loftfari

Loffarið var skemmt vegna tæringar, sennilega vegna þess að það lá á botni Þingvallavatns í um tvo og hálfan mánuð. Aðrar skemmdir á loftfarinu voru:

- Neðri vélarhlíf (lower engine cowling) var mikið skemmd
- Skemmdir á frambrún beggja aðalhjólaleggja
- Skemmd á snarkollu (propeller spinner fairing)
- Loftnet vinstra megin á þaki stjórnklefa var brotið af

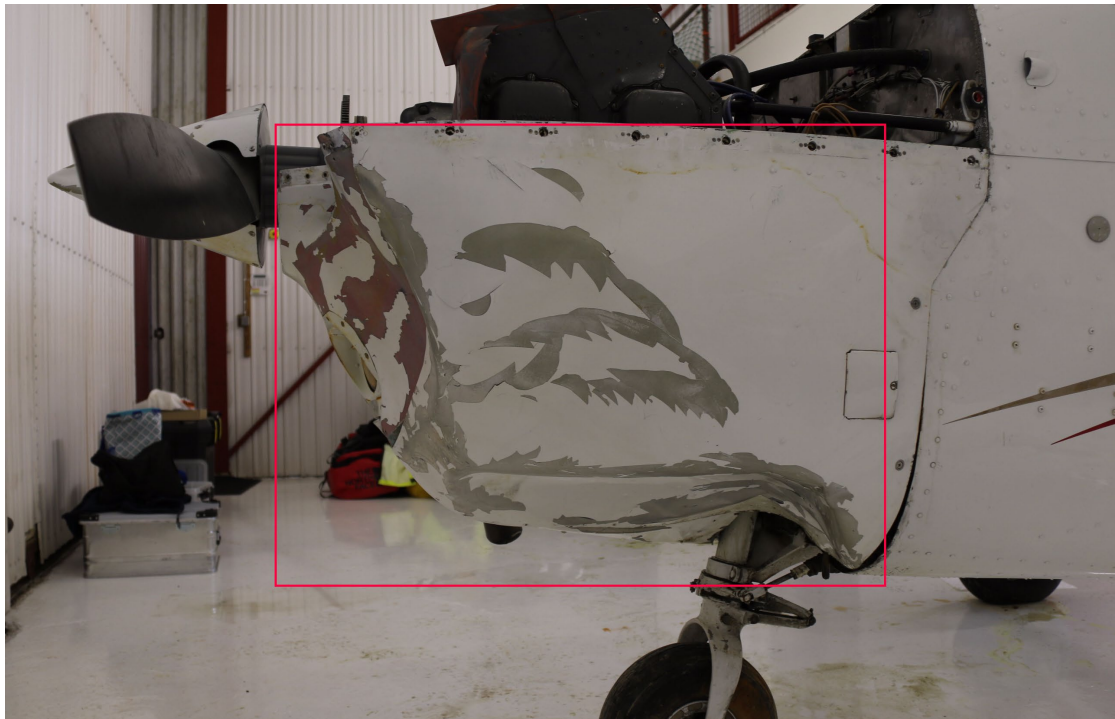
Loftskrúfan var nánast óskemmd, með tvær grunnar rispur við rætur blaðanna á bakhlið skrúfunnar.



Mynd 10: Loftskrúfan var nánast óskemmd (rauðir kassar - tvær rispur við rætur blaðanna á bakhlið skrúfunnar).



Mynd 11: Skemmd á snarkollu (spinner fairing).



Mynd 12: Skemmd á neðri vélarhlíf (séð frá vinstri hlið).



Mynd 13: Skemmd á neðri vélarhlíf (séð frá hægri hlið).



**Mynd 14: Skemmdir á frambrún hægra aðalhjólaeggjar.**



**Mynd 15: Nærmynd af skemmdum á frambrún hægra aðalhjólaeggjar.**



Mynd 16: Skemmdir á frambrún vinstri aðalhjólaeggjar.



Mynd 17: Nærmynd af skemmdum á frambrún vinstri aðalhjólaeggjar.



#### 1.4 Upplýsingar um flugvélina

Flugvél TF-ABB, var af gerðinni Textron 172N með raðnúmerið 172-69176 og var framleidd árið 1977 af Textron Aviation (áður Cessna). Slíkar flugvélar eru fjögurra sæta og taka flugmann og þrjú farþega.

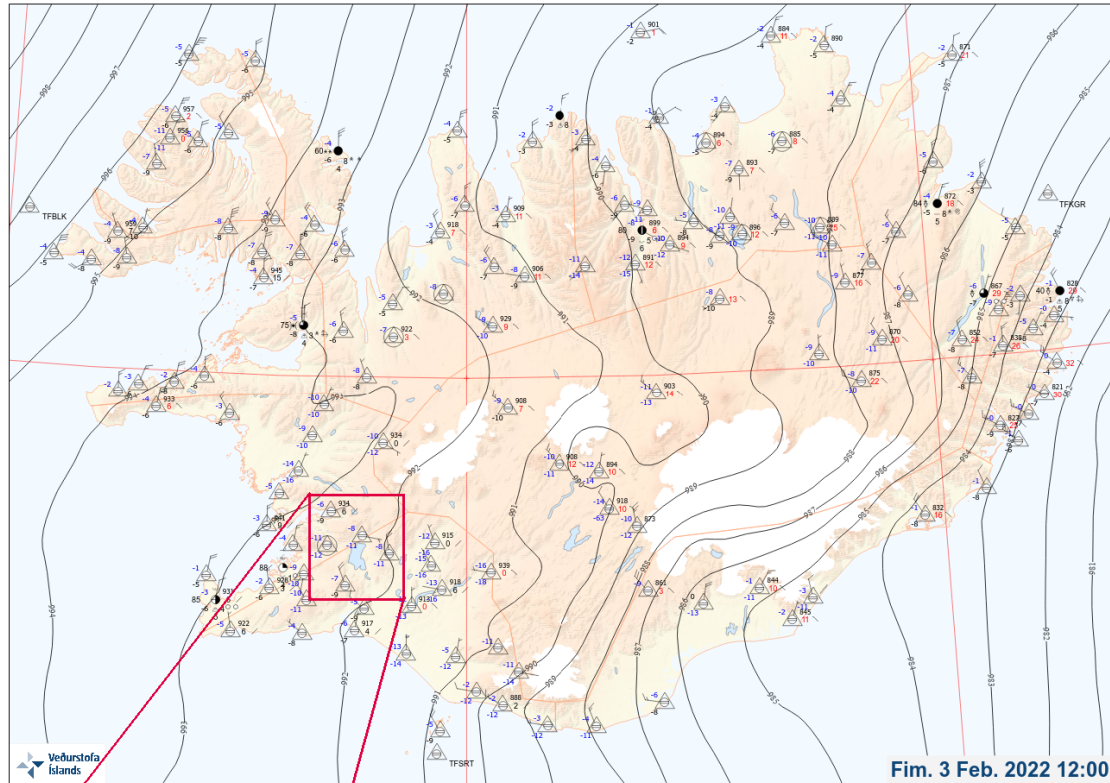
Á myndinni að neðan má sjá flugvél TF-ABB. Myndin var tekin við eldsneytisafgreiðsluna í Fluggörðum á Reykjavíkurlflugvelli daginn sem slysið varð. RNSA fjarlægði persónugreinanleg gögn af myndinni.



Mynd 18: Flugvél TF-ABB á Reykjavíkurlflugvelli fyrir flugið (persónugreinanleg gögn fjarlægð af RNSA). Ljósmyndin er úr myndavél sem var um borð í flugvél TF-ABB.

## 1.5 Veður

Klukkan 12:00 daginn sem slysið varð var hæg austlæg átt á Þingvöllum, léttskýjað, 8 stiga frost í lofti ( $-8^{\circ}\text{C}$ ) og daggarmark var  $-11^{\circ}\text{C}$ .



Mynd 19: Veðurathugun klukkan 12:00.

## 1.6 Leit

Áætlaður landingartími flugvélarinnar í Reykjavík, þann 3. febrúar 2022, var klukkan 12:38. Rétt fyrir klukkan 13:00 var farið að grennslast eftir flugvélinni þar sem hún var ekki lent á Reykjavíkflugvelli. Að sögn flugumferðarstjóra í flugturninum kom fyrir að viðkomandi flugmaður færi fram yfir áætlaðan landingartíma. Hringdi flugumferðarstjóri nokkrum sinnum í farsíma flugmannsins, en samkvæmt tilkynningagranni Isavia Innanlands<sup>7</sup> náði flugumferðarstjórinn ekki í flugmann TF-ABB.

Í kjölfarið, klukkan 13:32, var Flugstjórnarmiðstöðin upplýst. Hafði starfsfólk Flugstjórnarmiðstöðvarinnar samband við stjórnstöð Landhelgisgæslu Íslands, en hún er alþjóðlega skilgreind sem björgunarmiðstöð sjófarenda og loftfara (Joint Rescue Coordination Center, eða JRCC)<sup>8</sup> á Íslandi samkvæmt reglugerð 71/2011. Þar sem flugvélarinnar var saknað, var leitin skipulögð undir stjórn Landhelgisgæslu Íslands, en í reglugerð 71/2011 segir:

*Landhelgisgæslan ber ábyrgð á og stjórnar leit og björgun vegna loftfara sem óttast er um, lenda í flugslysum eða er saknað.*

Virkjaði stjórnstöð Landhelgisgæslu Íslands Samhæfingarstöðina<sup>9</sup>. Var strax hafist handa við að virkja viðbragðsaðila og var það gert á hæsta forgangi, þ.m.t. útkall á þyrlu og ítarleg eftirgrennslan framkvæmd samkvæmt gátlista m.t.t. leitar að týndu loftfari.

Klukkan 13:41 barst RNSA tilkynning um að flugvélarinnar væri saknað.

Klukkan 13:52 bárust Samhæfingarstöðinni hnit frá Landhelgisgæslu Íslands, sem talið var að sýndu síðustu staðsetningu flugvélarinnar á frumratsjá, og gáfu þau til kynna staðsetningu við Heiðmörk ofan Reykjavíkur klukkan 10:51.

Klukkan 13:54 var reynt að hringja úr Samhæfingarstöðinni í það farsímanúmer sem skráð var í tengslum við neyðarsendi flugvélarinnar. Kom þá sjálfvirkt svar um að ekki

---

<sup>7</sup> Opscom skilaboð frá BIRK.

<sup>8</sup> JRCC samanstendur af. bæði „Maritime Rescue Coordination Center (MRCC)“ og „Aeronautical Rescue Coordination Center (ARCC)“ sem byggt er á alþjóðlegum stöðlum „International Aeronautical and Maritime Search and Rescue (IAMSAR) Manual“ sem byggt er á alþjóðlegum kröfum IMO og ICAO.

<sup>9</sup> Staðsett í Björgunarmiðstöðinni í Skógarhlíð í Reykjavík og stundum einnig kölluð SST.

næðist í farsímann. Var þetta sama farsímanúmer og flugumferðarstjórinn í flugturninum á Reykjavíkflugvelli hafði áður hringt í.

Klukkan 14:01 óskaði Samhæfingarstöðin eftir því við Fjarskiptamiðstöð Ríkislögreglustjóra að neyðarrakning á síma flugmanns yrði framkvæmd. Klukkan 14:27 barst Samhæfingarstöðinni niðurstaða úr símarakningunni, sem gaf til kynna staðsetningu farsímans vestan við suðvesturhluta Úlfjótsvatns. Í kjölfarið bárust einnig upplýsingar um símanúmer farþega og var einnig óskað eftir neyðarrakningu á þeim. Hringt var í farsímana og í tilfalli eins farþegans hringdi farsíminn út, sem benti til þess að sá farsími væri enn virkur og tengdur farsímakerfinu.

Klukkan 14:23 voru hnitin, sem bentu til staðsetningar flugvélarinnar í Heiðmörk samkvæmt frumratsjá, frá klukkan 13:52, leiðrétt. Eftir leiðréttu útreikninga á hnitunum var ljóst að þau sýndu staðsetningu við suðurhluta Skarðsmýrarfjalls, suður af Henglinum, tæpa 4 km austur af stöðvarhúsi ON við Hellisheiðarvirkjun.

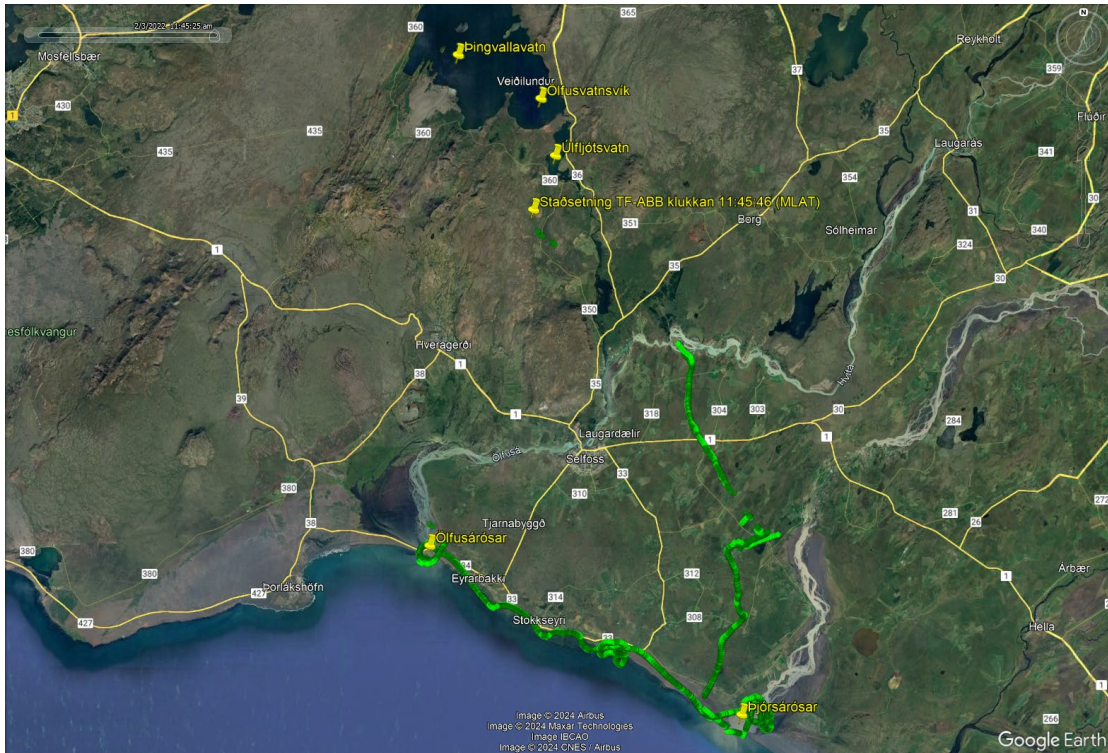
Klukkan 14:56 barst Samhæfingarstöð ljósmynd sem tekin var innan úr flugvélinni klukkan 11:31. Myndin hafði verið send í skilaboðum til aðila á jörðu og staðfesti að klukkan 11:31 var flugvélin enn á flugi og virtist allt vera í lagi um borð í henni.

Meginþungi leitarinnar beindist fljótt að svæðinu sunnan Þingvallavatns í námunda við Úlfjótsvatn, eftir rakningu farsímanna. Hluti flugsins sást á frumratsjá sem og í MLAT<sup>10</sup> kerfi Isavia. Hins vegar sást engin hluti flugsins í ADS-B kerfinu. Síðustu merki flugvélarinnar frá kögunarkerfi Isavia (MLAT kerfi) gáfu til kynna að flugvélinni hefði verið flogið í norðvesturátt yfir þjóðvegi nr. 350 um klukkan 11:45 í rúmlega 400 feta hæð yfir sjávarmáli (mynd 20).

Leitin varð fljótt mjög umfangsmikil og voru rúmlega ellefuhundruð viðbragðsaðilar víða að af landinu, virkjaðir í tengslum við hana. Mikið af upplýsingum bárust einnig frá almenningi við leitina að flugvélinni.

---

<sup>10</sup> MLAT, eða fjölvísun, er tækni sem verið hefur í notkun í marga áratugi í bæði leiðsagnar- og eftirlitskerfum.



**Mynd 20: Flugferill TF-ABB í grænu samkvæmt MLAT kerfi Isavia.**

Rakning farsíma þeirra sem taldir voru hafa verið um borð í flugvél TF-ABB við farsímakerfið, sem og miðun þeirra út frá sendum á farsímaöstrum, benti til svæðisins í kringum Ólfjótavatn. Samkvæmt sérfræðingum fjarskiptafyrirtækisins sem sá um rekstur farsímasenda á farsímaöstrunum sem farsímarnir tengdust, þá voru farsímarnir tengdir við farsímakerfið í mislangan tíma. Einn til klukkan 13:18, annar til klukkan 13:51 og sá þriðji til klukkan 16:20, þann 3. febrúar.

Meginþungi leitarinnar í upphafi var því á svæðinu sunnan við Þingvallavatn, í kringum Ólfjótavatn, en unnið var eftir fjórum megin sviðsmyndum:

1. Flugvélin væri í Þingvallavatni
2. Flugvélin væri í Ólfjótavatni
3. Flugvélin væri á landi við sunnanvert Þingvallavatn að Ólfjótavatni
4. Flugvélin væri á landi við norðanvert Þingvallavatn

Að sögn starfsmanna Landhelgisgæslu Íslands sem komu að leitinni, þá var fljótt ljóst í leitinni að neyðarsendir hafði ekki farið í gang, eins og ætti að gerast ef um harkalega nauðlendingu eða flugslys á landi væri að ræða. Þótti þeim því líklegt að flugvélin hefði lent á vatni og sokkið.

Í beinu framhaldi af útkalli á tveimur þyrlum Landhelgisgæslunnar var þeim beint til yfirborðsleitar yfir Þingvallavatni, Úlfljótsvatni og Soginu. Jafnframt var eftirlitsflugvél danska flughersins, sem beðið var um að aðstoðaði við leitina, fengin til þess að fljúga yfir vötnin og leggja sérstaka áherslu á það hvort að einhver ummerki væru um að flugvél hefði hafnað í þeim. Kom það bæði fram hjá áhöfnum þyrlanna sem og áhöfn dönsku flugvélarinnar að engin ummerki væru sjáanleg á vötnunum um það. Að auki voru björgunarsveitir fengnar til þess að ganga meðfram vötnunum og skima yfir þau í leit að ummerkjum um hvort að flugvélin hefði hafnað í þeim.

Meðan á leit þyrlanna yfir vatnasvæðunum stóð komu ýmsar vísbendingar til vettvangsstjórnar, aðgerðarstjórna og SST varðandi möguleg afdrif TF-ABB. Sumar þessara vísbendinga töldust þannig að ástæða væri til að kanna þær nánar með aðstoð þyrlanna. Þær voru því sendar til að athuga með þessar vísbendingar en á meðan voru þær ekki í skipulagðri leit yfir vatnasvæðum. Þær voru hinsvegar sendar til baka til áframhaldandi leitar yfir Úlfljótsvatni og Þingvallavatni þegar þessum verkefnum lauk.

Þær vísbendingar sem bentu til að flugvélin gæti hafa brotlent á landi voru nokkrar og voru þær skráðar í aðgerðagrunn. Sérstaklega var rætt meðal leitarstjórnenda að ef flugvélin hefði brotlent eða lent á landi, þá væri möguleiki á að flugmaðurinn og farþegar væru á lífi. En þar sem að yfirborðsleit yfir vatnasvæðunum hafði engan árangur borið, þá voru litlar líkur taldar á að hinir sömu væru á lífi ef að flugvélin hefði hafnað í vatni og sokkið.

Klukkan 18:30 þann 3. febrúar var orðið ljóst að áætluð staðsetning<sup>11</sup> farsíma (mynd 21) eins farþegans í Ölfusvatnsvík, út frá rakningu með smáforriti<sup>12</sup>, gaf einnig til kynna ástæðu til að skoða svæðið syðst í Þingvallavatni betur.

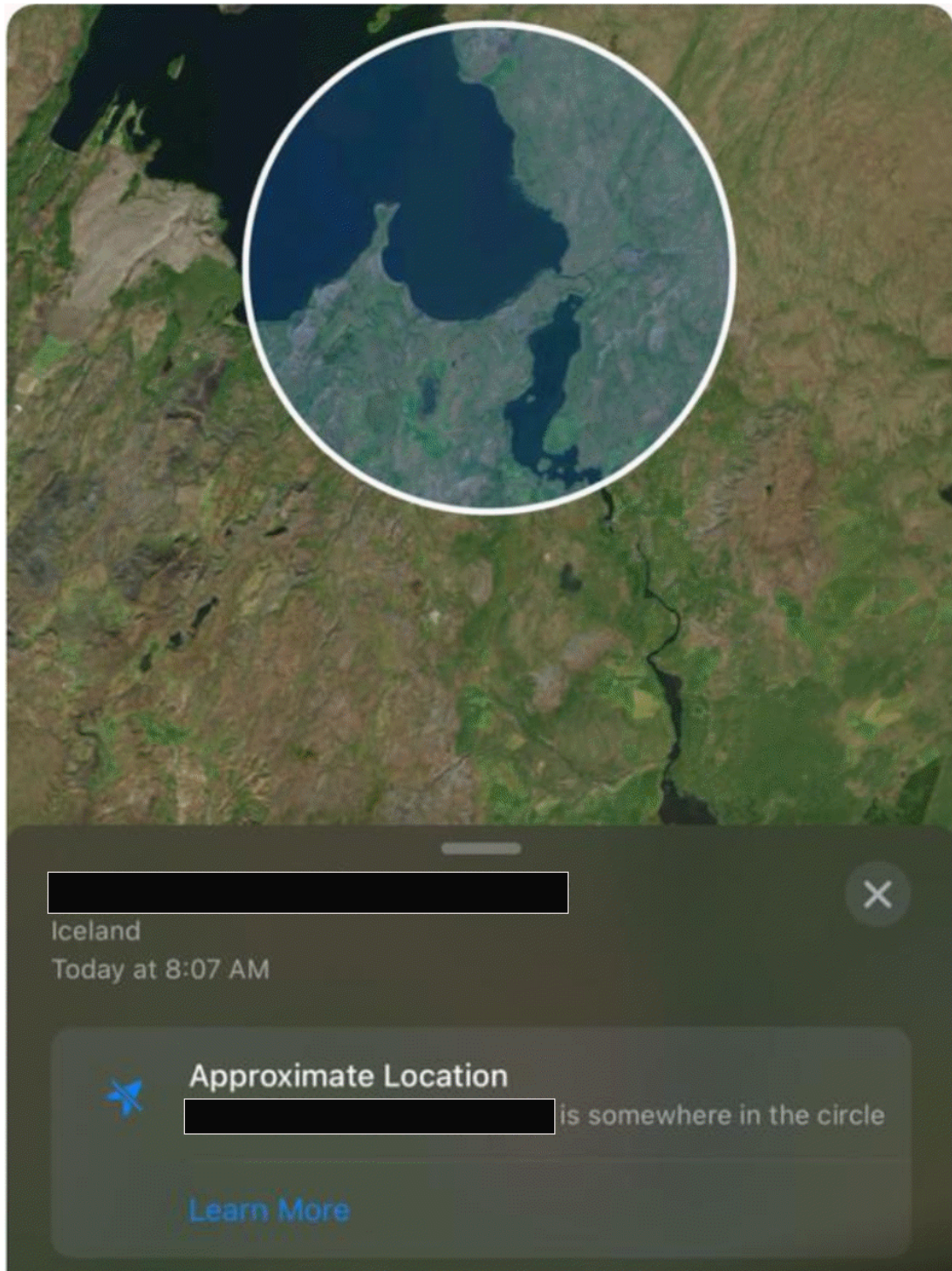
Skoðað var hvort að setja ætti út báta á Þingvallavatn. Samkvæmt upplýsingum frá þyrluáhöfn Landhelgisgæslunnar, sem verið hafði við leit yfir vatninu, kom fram að syðsti hluti Þingvallavatns væri ísilagður. Því var ljóst að ekki yrði hægt að setja báta út á vatnið til leitar.

---

<sup>11</sup> Approximate location.

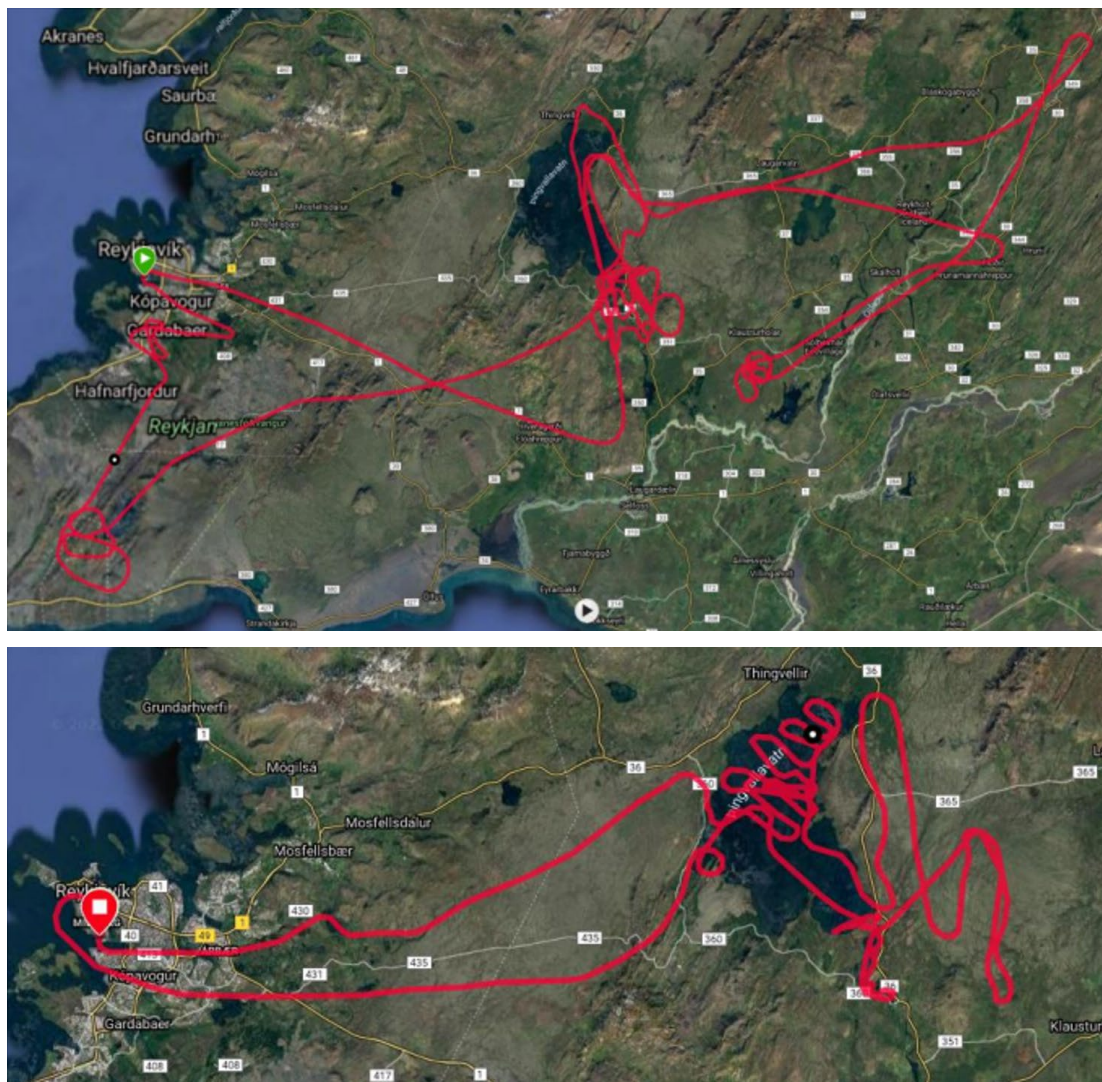
<sup>12</sup> Find My iPhone.

Klukkan 19:45 töldu björgunarsveitarmenn sig finna eldsneytislykt í Ölfusvatnsvík. Tvær þyrlur Landhelgisgæslu Íslands voru við leit á svæðinu. Var óskað eftir því að þaullaítað yrði við Ölfusvatnsvík úr lofti, sem var gert.



Mynd 21: Áætluð staðsetning á síma eins farþega TF-ABB eftir rakningu um smáforrit.

Klukkan 20:30 hafði þyrluáhöfn annarar þyrlu Landhelgisgæslunnar hafið leit við Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni. Áhöfn þeirrar þyrlu hélt svo leit áfram í sunnanverðu Þingvallavatni á meðan áhöfn hinnar þyrlunnar leitaði í norðanverðu Þingvallavatni og inn á Lyngdalsheiðina (mynd 22).



Mynd 22: Flugferlar tveggja þyrlna Landhelgisgæslunnar við leitina þann 3. febrúar 2022.

Eftirgrennslan á tímabelti myndarinnar með áætlaðri staðsetningu farsíma eins farþegans (mynd 21) hafði leitt í ljós að hún sýndi áætlaða staðsetningu farsímans klukkan 16:07 að íslenskum tíma.

Rætt var um að myrkrið gerði leitina erfiðari og farið var að huga að hvíld fyrir leitaradila. Ákveðið var að boða út fleiri leitaradila til þess að leysa af þá sem þyrftu að fara í hvíld, sem og til þess að auka þunga leitarinnar. Rætt um að það væri hægur

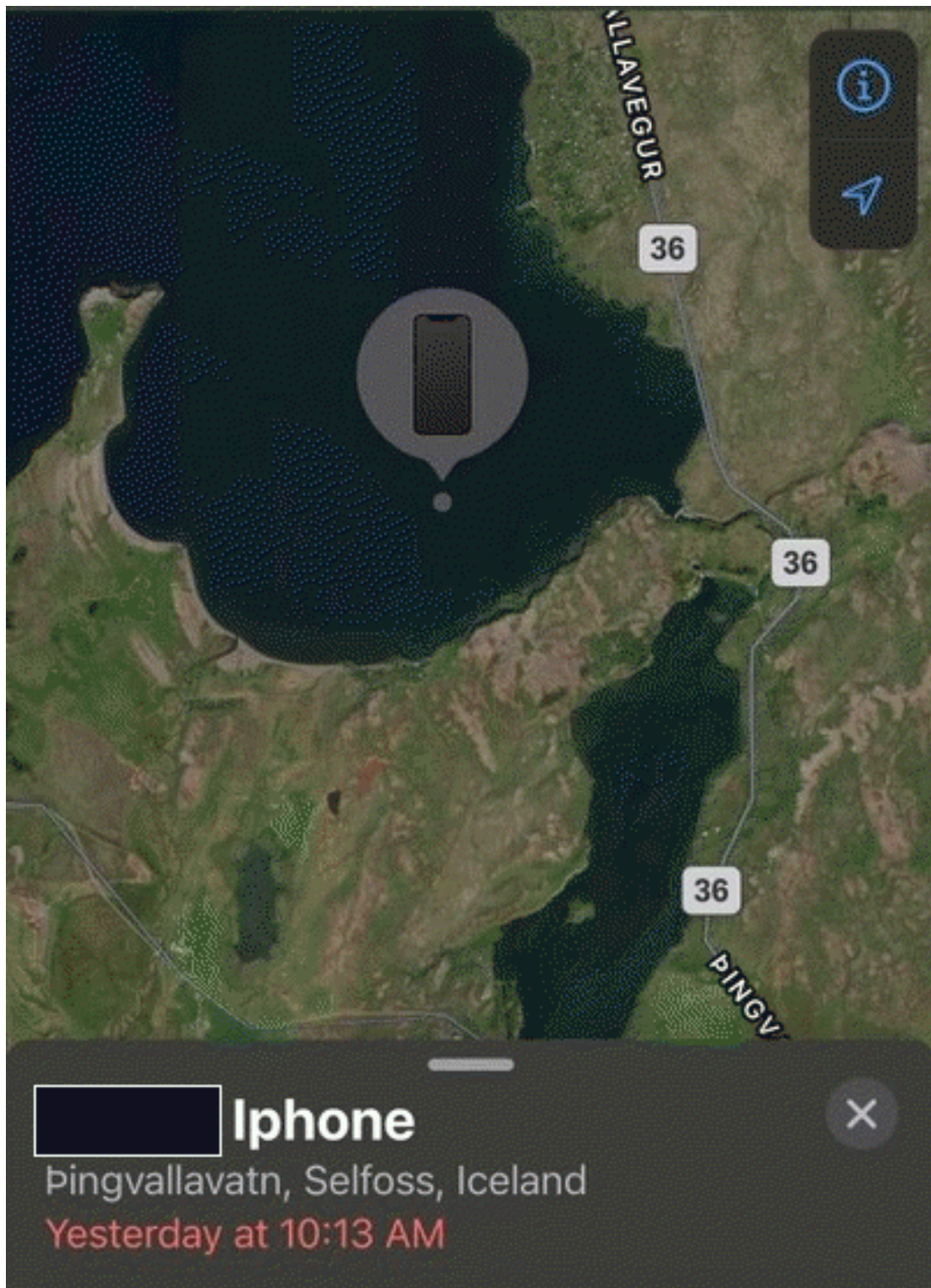


vindur og mildur skafrenningur og tíminn skipti máli m.t.t. möguleika fólks að lifa af eftir flugslys.

Klukkan rúmlega sjö að morgni 4. febrúar barst Samhæfingarstöðinni uppfærð mynd af rakningu á farsíma farþegans (mynd 23), sem hafði sýnt ætlaða staðsetningu klukkan 16:07 daginn áður. Uppfærða myndin sýndi síðustu staðfestu staðsetningu farsímans í Ölfusvatnsvík. Var myndin merkt klukkan 10:13 um morguninn daginn áður, en eftirgrennslan á tímabelti þess sem framkvæmdi rakninguna leiddi í ljós að tímasetningin var klukkan 16:13 að íslenskum tíma þann 3. febrúar.

Klukkan 08:00 var orðið ljóst að staðfest staðsetning símans í Ölfusvatnsvík klukkan 16:13 daginn áður væri líklegasta vísbendingin um hvar TF-ABB væri að finna. Skoðað hafði verið að senda kafara, en í ljós hafði komið að vatnið var um 50 metra djúpt á þessu svæði og krapi hafði verið þarna á vatninu daginn áður. Því var ákveðið að byrja á að fá kafbát með skanna til þess að kortleggja botninn á þessu svæði. Björgunaraðilar með harðbotna báta voru einnig kallaðir út.

Einnig var áfram mikið leitað á landi sem og úr lofti. Til þess að auka öryggi leitarinnar úr lofti, kom Isavia upp færanlegri flugumferðarstjórn þann 4. febrúar yfir leitarsvæðinu við Þingvallavatn.



Mynd 23: Staðsetning á síma eins farþegans.

Um nóttina hafði mesti ísinn í Ölfusvatnsvík hörfað og að morgni 4. febrúar sást brák á yfirborði vatnsins í Ölfusvatnsvík (mynd 24).

Í kjölfarið færðist meginþungi leitarinnar í Ölfusvatnsvík, þótt áfram væri einnig leitað á öðrum svæðum á landi. Sérhæfðir leitarhópar með viðeigandi tækjabúnað voru því fengnir til að aðstoða við leitina í vatninu.



Mynd 24: Brák sést í Ölfusvatnsvík klukkan 09:30, daginn eftir slysið, þann 4. febrúar 2022.

Eitt af þeim tækjum sem notað var við leitina í vatninu var kaþbátur<sup>13</sup> af gerðinni Teledyne Gavia með hliðarskönnunarsónar (side scan sonar), en hann var notaður til þess að skanna botn Ölfusvatnsvíkur.

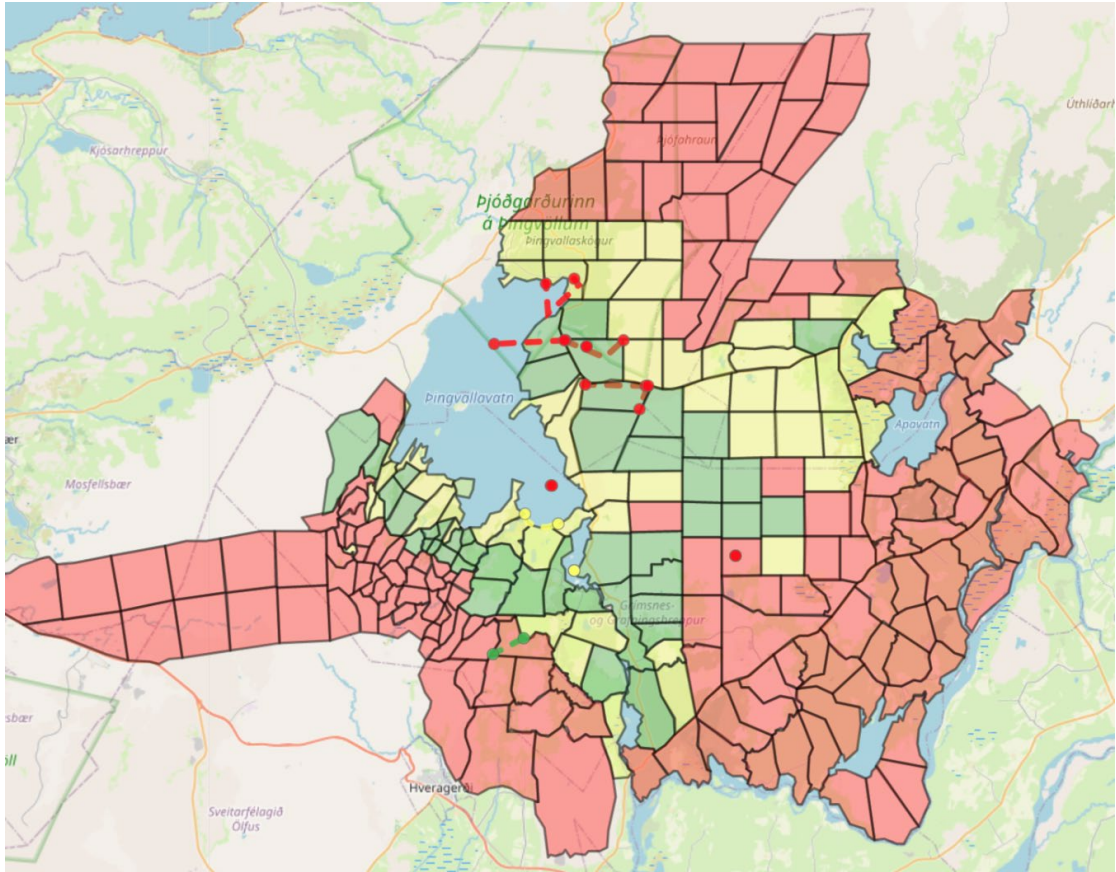
Myndefni úr öryggismyndavélum hjá land- og sumarbústaðaeigendum á svæðinu var yfirfarið til þess að kanna hvort þar væru vísbendingar um flug flugvélarinnar, ásamt því að rætt var við vitni sem töldu sig hafa séð til og/eða heyrt í flugvélinni.

Klukkan 11:20 slasaðist björgunarsveitarmaður sem var við leitina, þegar hann ók vélsleða fram af snjóhengju. Var björgunarsveitarmaðurinn fluttur með þyrlu á spítala. Í kjölfarið var dregið úr leit á heiðunum í kringum Þingvallavatn og vélsleðar og önnur beltatæki voru kölluð til baka.

Klukkan 16:15 þann 4. febrúar var staða leitarinnar eins og sést á mynd 25.

---

<sup>13</sup> Autonomous Underwater Vehicle (AUV).



Mynd 25: Staða leitarinnar að TF-ABB klukkan 16:15 þann 4. febrúar 2022. (myndin er fengin úr gagnagrunni Samhæfingarstöðvar).

**Grænt:** Svæði sem búið er að leita a.m.k. einu sinni með fullnægjandi hætti

**Gult:** Svæði sem verið er að leita

**Rautt:** Svæði sem ekki er búið að úthluta

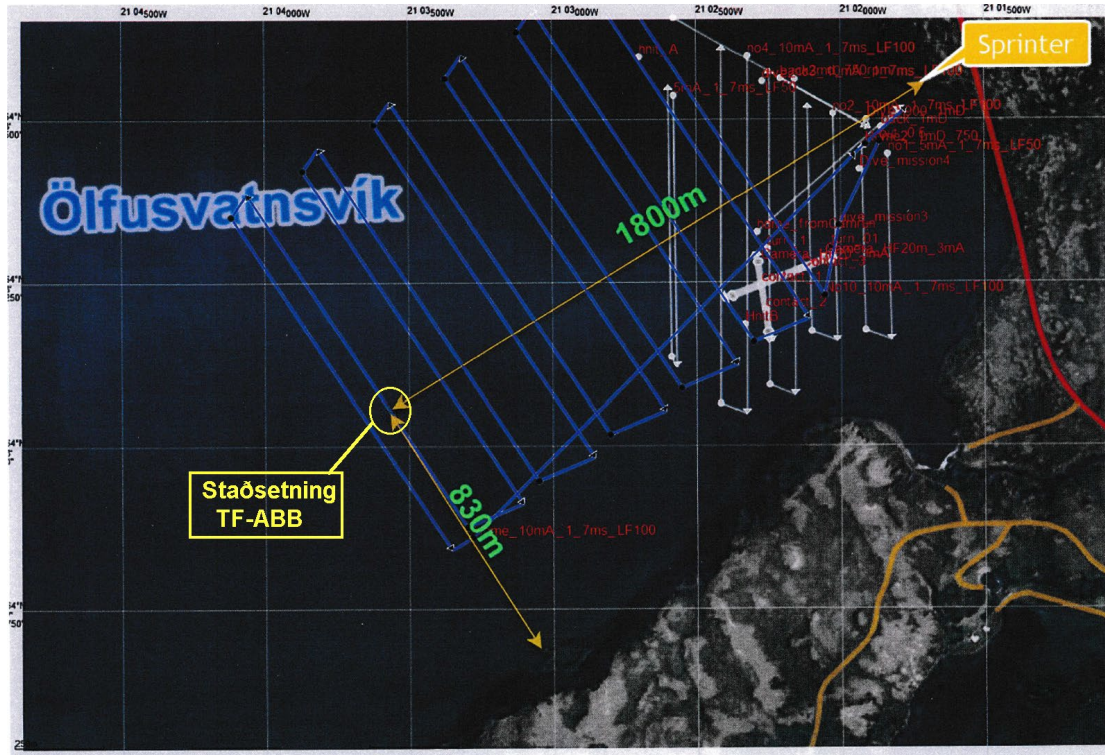
**Rauðir punktar með línu á milli:** Hraðleitarsvæði

**Stakir rauðir punktar:** Villur í teikningu hraðleitarsvæða

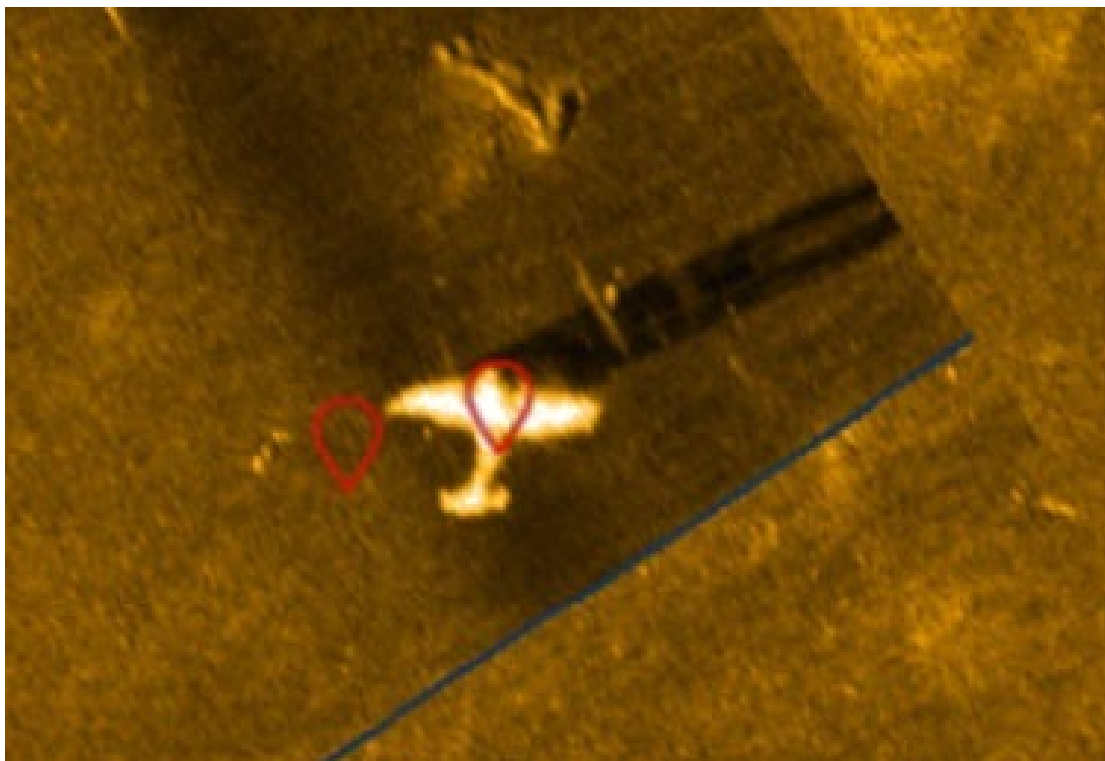
Stöðufundur var haldinn í Samhæfingarstöðinni í Skógarhlíð klukkan 18:00 þann 4. febrúar, þar sem m.a. kom fram að leit í vatninu gengi vel og til staði að halda henni áfram á meðan veður leyfði. Rætt var að verið væri að vinna með tvær sviðsmyndir, annars vegar vatnið og hins vegar að fylla upp í leit á leitarsvæðum í kring. Björgunaraðilar og tæki á staðnum yrðu nýtt eins lengi og hægt væri fram eftir kvöldi.

Klukkan 20:00 þann 4. febrúar var ljóst að vatnið væri aftur tekið að leggja og leit stöðvaðist því að mestu. Teledyne Gavia kafbáturinn var þó enn að störfum við að skanna botninn í vatninu. Skönnunarferil Teledyne Gavia kafbátsins má sjá á mynd 26.

Klukkan 22:10 þann 4. febrúar fann Teledyne Gavia kafbáturinn flugvél um á 47 metra dýpi í Ölfusvatnsvík, eins og sést á mynd 27.

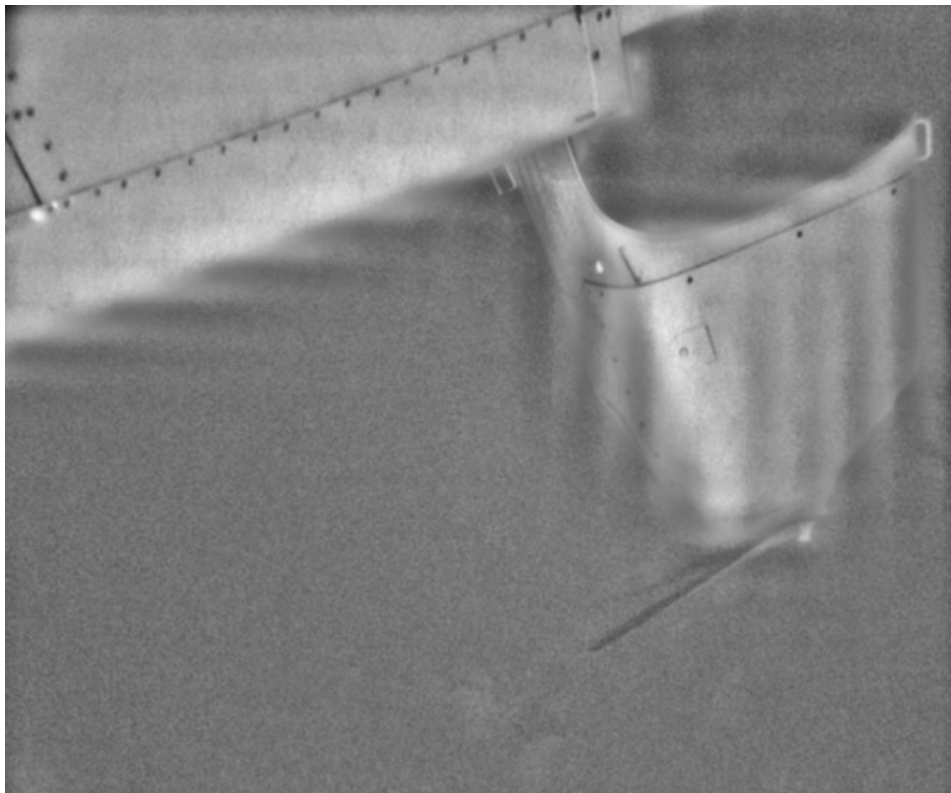
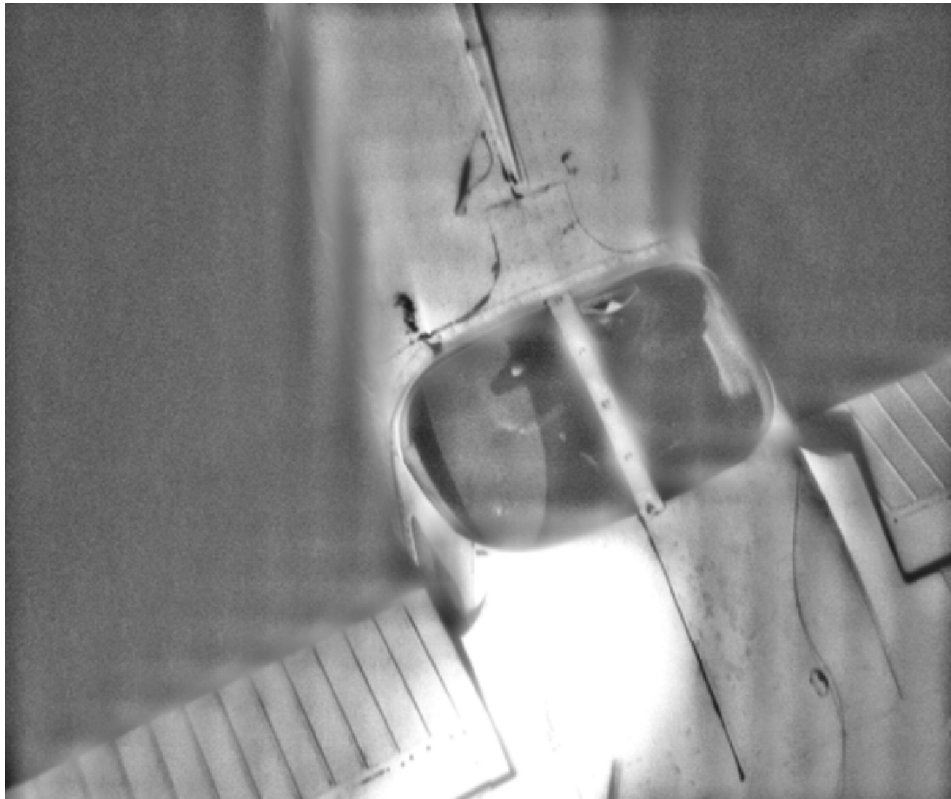


Mynd 26: Skönnunarferill (bláar línur) Teledyne Gavia kabátsins og staðsetning TF-ABB (gulur hringur) (myndin er fengin úr skýrslu Ríkislögreglustjóra með viðbót RNSA).



Mynd 27: Hliðarskönnunarmynd (Teledyne Gavia).

Klukkan 00:56 þann 5. febrúar 2022 var staðfest að umrædd flugvél væri af gerðinni Textron 172, eins og sést á mynd 28.



Mynd 28: Mynd tekin af Teledyne Gavia kafbátnum sem sýnir Textron 172 flugvél í Þingvallavatni.

Skoðun á flugslysagrunni RNSA benti til þess að engin Textron/Cessna 172 flugvél hefði farist á þessu svæði á Þingvallavatni og var því talið mjög líklegt að um flugvél TF-ABB væri að ræða. Staðsetningu flugvélarinnar í Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni má sjá á mynd 29.



Mynd 29: Staðsetning TF-ABB í Ölfusvatnsvík.

## 1.7 Björgun

Þegar talið var fullvíst að búið væri að finna TF-ABB færðist stjórn aðgerða frá Landhelgisgæslu Íslands og yfir til Lögreglustjórans á Suðurlandi, samkvæmt reglugerð 71/2011.

*Sé um að ræða flugslys á landi, stjórnar lögreglustjóri aðgerðum. Þá gildir eftir atvikum, reglugerð um leit og björgun á landi og samstarf lögreglu og björgunarsveita.*

Á sama tíma varð ljóst að huga þyrfti að rannsóknarhagsmunum við björgunina, bæði varðandi rannsókn Rannsóknarnefndar samgönguslysa sem og rannsókn lögreglu.

Eftir hádegi þann 5. febrúar var farið með kafbát með myndavél (ROV) niður að flugvélinni og staðfest að um flugvél TF-ABB væri að ræða.

Ítarleg myndskleið voru tekin af flugvélinni sem sýndu m.a. eftirfarandi:

- Flugvélin var mannlaus
- Flugvélin hallaði fram og til vinstri á botni vatnsins
- Allir stjórnfletir voru til staðar
- Stefna flugvélarinnar var 24° (réttvísandi)
- Vinstri vængendi og neðri hluti nefs voru grafin í botn vatnsins
- Litlar skemmdir sást á flugvélinni
- Loftnet vinstra megin á þaki stjórnklefa var brotið af
- Vængbörð voru niðri, líklega í 30°
- Annað skrufublað loftskrufunnar virtist heilt en hitt var grafið í botn vatnsins og sást ekki

Þar sem flugvélin var mannlaus voru aftur kallaðir út leitarhópar til þess að ganga fjörur. Einnig var Teledyne Gavia kafbáturinn fenginn að nýju til þess að halda áfram að skanna botninn í Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni.

Allir fjórir, sem höfðu verið í flugvélinni, fundust í eftirmiðdaginn 6. febrúar, látnir á botni vatnsins í 56-130 metra fjarlægð, suður og suðaustur, af flugvélinni.



Við leitina fannst einnig loftnet sem brotnað hafði af flugvélinni, auk heyrnartóla og voru þau staðsett um 35 metra suðsuðvestan við flugvélina á 41 metra dýpi.

Tæknileg útfærsla björgunaraðgerðanna var flókin, sér í lagi vegna þess hversu djúpt þurfti að kafa í vatninu, kuldans í vatninu, frosts í lofti, birtuskilyrða og annarra umhverfispáttá. Því kröfðust björgunaraðgerðirnar mikils undirbúnings og búnaðar.



Mynd 30: Aðkoma að aðgerðarsvæði á landi um morguninn þann 10. febrúar 2022.

Þann 10. febrúar 2022 var farið í björgunaraðgerðirnar. Vegna kulda og ísmyndunar á vatninu þurfti að fá þrjá harðbotna rörabáta til þess að brjóta ísinn á vatninu áður en hægt var að fara með kafara og tækjabúnað á pramma út á vatnið. Meðan á aðgerðunum stóð var vatnshitinn  $0,2^{\circ}\text{C}$ , eða mjög nálægt frostmarki og 13 stiga frost var á vettvangi við upphaf aðgerða. Pramminn var settur út á vatnið klukkan 13:45.

Þegar hefja átti köfunarstörf á vettvangi kom í ljós að ekki var hægt að kafa vegna frosts, þar sem þrýstijafnarar á köfunarbúnaði kafaranna frusu og gerðu hann ónothæfan. Í stað þess að fresta aðgerðum var ákveðið að nýta köfunardróna (ROVER) með griparmi og hreyfimyndavél sem var um borð í pramma og freista þess að sækja lík hinna látnu þannig.

Aðgerðin með köfunardrónanum með griparminum heppnaðist vel og klukkan 18:52 voru lík þeirra látnu komin upp á yfirborðið og voru flutt af lögreglu til Reykjavíkur. Þar var staðfest að um væri að ræða þá aðila sem höfðu verið um borð í TF-ABB.



Mynd 31: Harðbotna bátur settur út á vatnið þann 10. febrúar 2022.

Vegna mikils frosts og ísmyndunnar á vatninu að morgni 11. febrúar var ákveðið að fresta verkhlutanum sem snéri að endurheimt flugvélarinnar. Á mynd 32 má sjá aðstæður í Ölfusvatnsvík á Þingvallavatni þegar aðgerðunum var hætt.



Mynd 32: Aðstæður við Þingvallavatn þegar aðgerðum var hætt 11. febrúar 2022.

## 1.8 Endurheimt TF-ABB

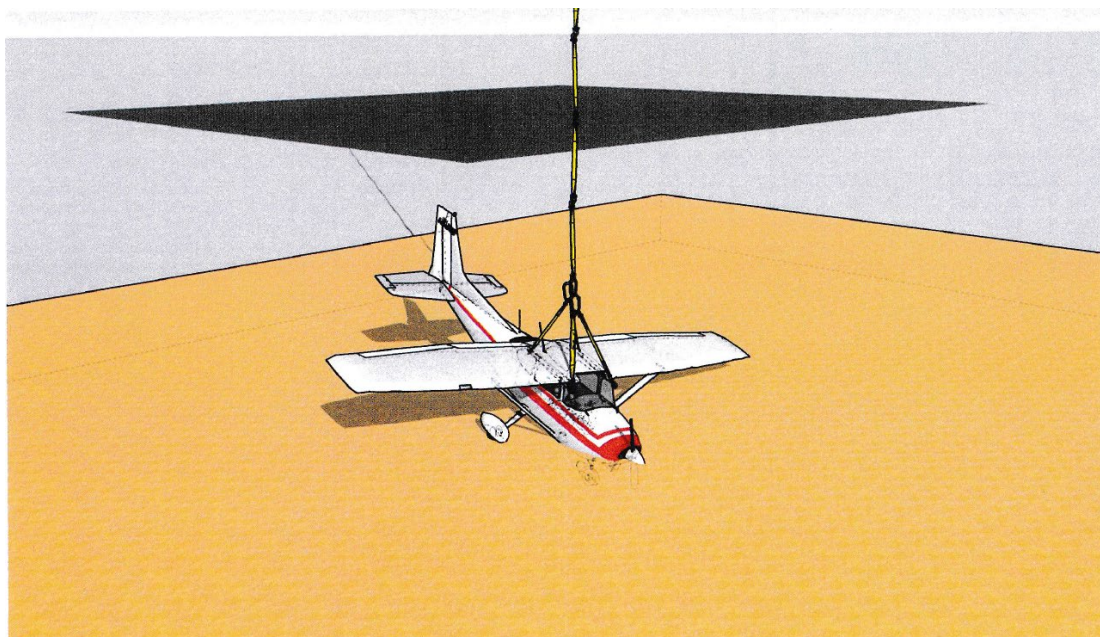
Næstu vikurnar eftir að björgunaraðgerðunum lauk þann 11. febrúar, sá lögreglan á Suðurlandi um að fylgjast með aðstæðum á Þingvallavatni og haldnir voru reglulegir stöðufundir í aðgerðahópnum.

Var tíminn fram að því notaður til að undirbúa aðgerðirnar er snéru að endurheimt flugvélarinnar. Voru m.a. haldnar æfingar og æft hvernig ætti að festa stroffur á flugvélinu, bjarga rafeindabúnaði úr flugvélinni o.fl.

Stjórn djúpköfunaraðgerða var á hendi séraðgerðasviðs Landhelgisgæslu Íslands, en köfunaraðgerðir á minna dýpi og varðveisla rannsóknargagna var á hendi köfunarhóps sérsveitar Ríkislögreglustjóra. Til aðstoðar báðum þessum hópum, sem og til þess að stjórna öryggi á vettvangi, voru kafarar og öryggisstjóri frá Slökkviliði Höfuðborgarsvæðisins.

Í byrjun apríl var hiti í Þingvallavatni kominn upp í 1°C og ís bráðnaður af stórum hluta vatnsins. Var þá tilbúið og vel æft skipulag aðgerða varðandi endurheimt flugvélarinnar virkjað og ákveðið að byrja þær aðgerðir þann 22. apríl 2022.

Notaðar voru sérsníðaðar stroffur ásamt spilum á tveimur prömmum. Tveir kafarar fóru niður á 47 metra dýpi og komu stroffunum fyrir undir báða vængi flugvélarinnar, við vængrótina, og tryggðu að hurðirnar væru lokaðar. Stroffurnar voru svo tengdar saman fyrir ofan flugvélinu og þaðan var spil á prömmunum notuð til þess að hífa flugvélinu í átt að yfirborðinu (mynd 33).

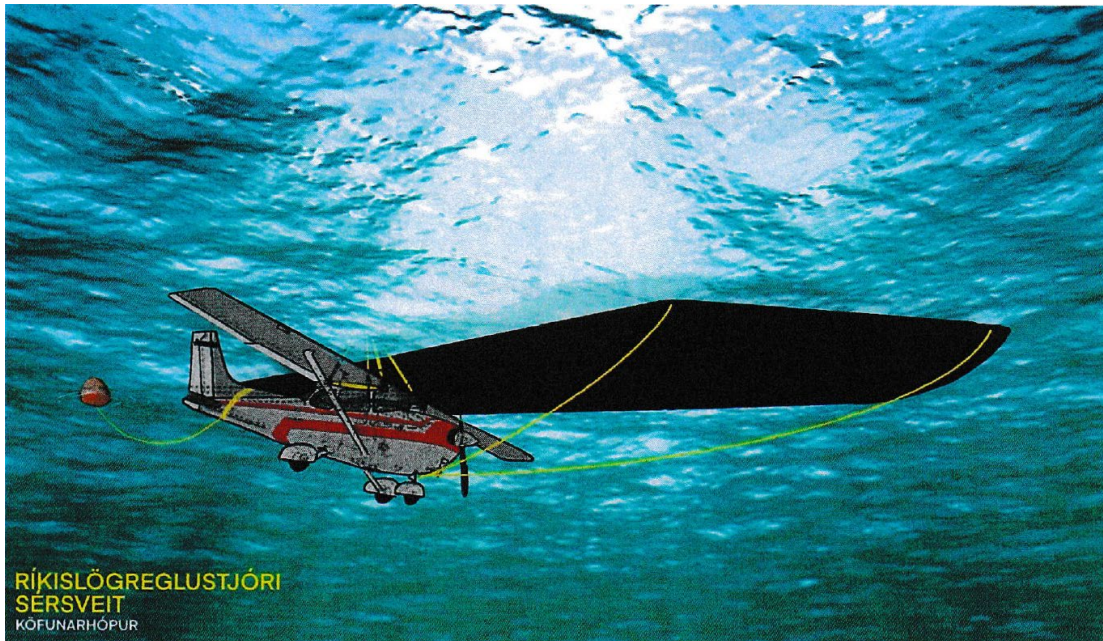


Mynd 33: Skipulagning hífingar flugvélarinnar (myndin er fengin úr skýrslu Ríkislögreglustjóra).

Flugvélin var hífð upp á um 5 metra dýpi og efri vélarhlífin fjarlægð til að koma fyrir auka stroffu í mótoringuna og flugvélin rétt af. Að því loknu var myndataka og hluti vettvangsrannsóknarinnar framkvæmdur og flugvélin dregin undir pramma í átt að Steingrímsstöð<sup>14</sup> (mynd 34).

---

<sup>14</sup> Vatnsaflsvirkjun Landsvirkjunar í Ölfusvatnsvík



Mynd 34: Fyrirkomulag við flutning flugvélarinnar að landi (myndin er fengin úr skýrslu Ríkislögreglustjóra).

Þegar komið var að rampi nálægt aðfallinu að Steingrímsstöð var flugvélin látin síga niður að botni til að ljúka rannsóknarhlutanum í vatninu, fjarlægja alla lausamuni úr flugvélinni og opna allar lúgur og hurðir.

Lausamunirnir, sérstaklega raftækin, sem fjarlægðir voru úr flugvélinni í vatninu, voru varðveittir í lokuðum plastlátum, fylltum vatni (mynd 35). Var þetta gert til þess að auðvelda gagnaöflun af raftækjunum, því beita þurfti sérstakri aðferð við þurrkun þeirra og aflestur.



Mynd 35: Karfa fyrir lausamuni úr flugvélinni (myndin er fengin úr skýrslu Ríkislögreglustjóra).

Að því loknu var flugvélin hífð rólega upp fyrir yfirborðið og í land með krana.

Á mynd 36 má sjá þegar flugvél TF-ABB var hífð upp úr Þingvallavatni, nálægt innstreyminu að Steingrímsstöð.



Mynd 36: TF-ABB hífð úr Þingvallavatni.

## 1.9 Rannsókn

Þegar flugvél TF-ABB var komin á land, lauk RNSA vettvangsrannsókn á flugvélinni og var hún svo flutt í rannsóknarskýli RNSA í Reykjavík síðla kvölds þann 22. apríl 2022 til frekari rannsóknar.

Í skýlinu var flugvél TF-ABB rannsökuð frekar af RNSA, en einnig höfðu rannsakendur og tæknideild lögreglu aðgang að TF-ABB í skýli RNSA til áframhaldandi rannsóknar sinnar. Þær rannsóknir voru þó óháðar rannsókn RNSA.

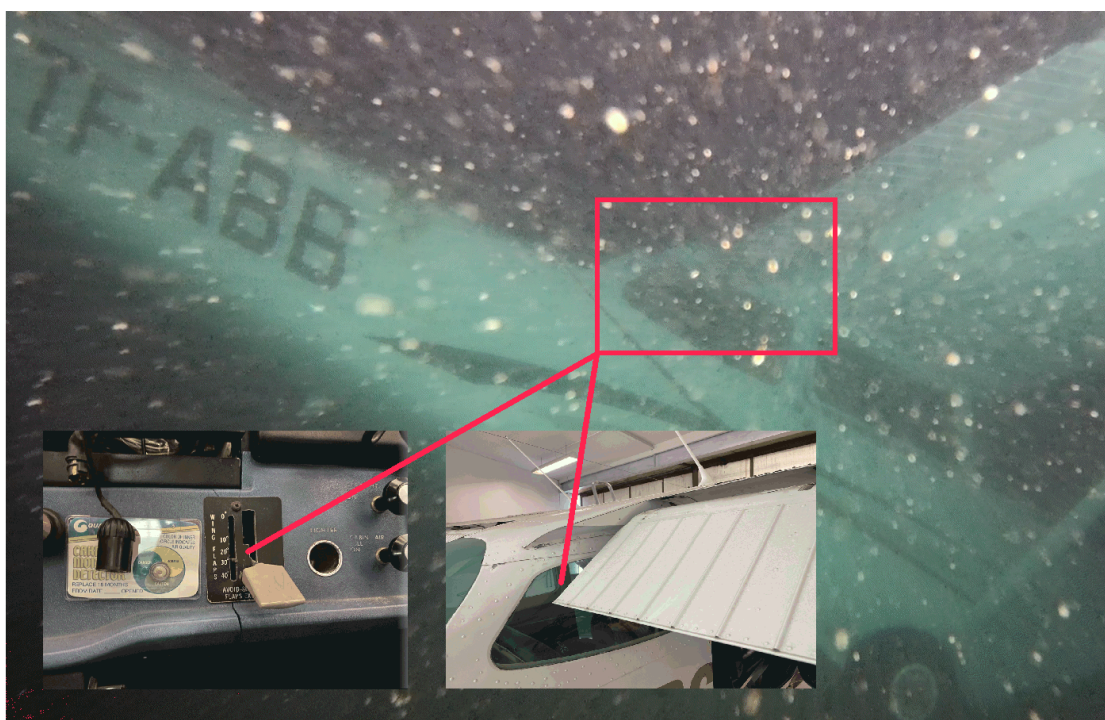
Hreyfill flugvélarinnar var fjarlægður af flugvél TF-ABB og sendur í niðurrifsskoðun hjá framleiðanda. Var stjórnandi rannsóknarinnar hjá RNSA viðstaddur þá skoðun.

## 1.10 Prófanir og rannsóknir

Raftæki voru þurrkuð með sérstakri aðferð og því reyndist unnt að lesa gögn sem geymd voru á minnskortum sumra þeirra. Gögn þessi nýttust við rannsókn málsins.

Rannsókn á stjórnþækjum flugvélar TF-ABB leiddi eftirfarandi í ljós:

- Vængbörð (flaps) voru staðfest í 30°
- Eldsneytiskerfið var stillt á báða eldsneytisgeyma
- Eldsneytisinnngjöf (throttle) var dregin aftur 4,0 cm af 5,5 cm
- Eldsneytisblanda (mixture) var stillt á fulla blöndu (full rich)
- Blöndungshitari (carb heat) var stilltur á (ON)
- Slökkt (OFF) var á höfuðrofa (master)
- Slökkt (OFF) var á kveikjulykli (ignition switch)



Mynd 37: Samanburður á stöðu vængbarða við aðra C172N staðfestu að þau voru í 30°.

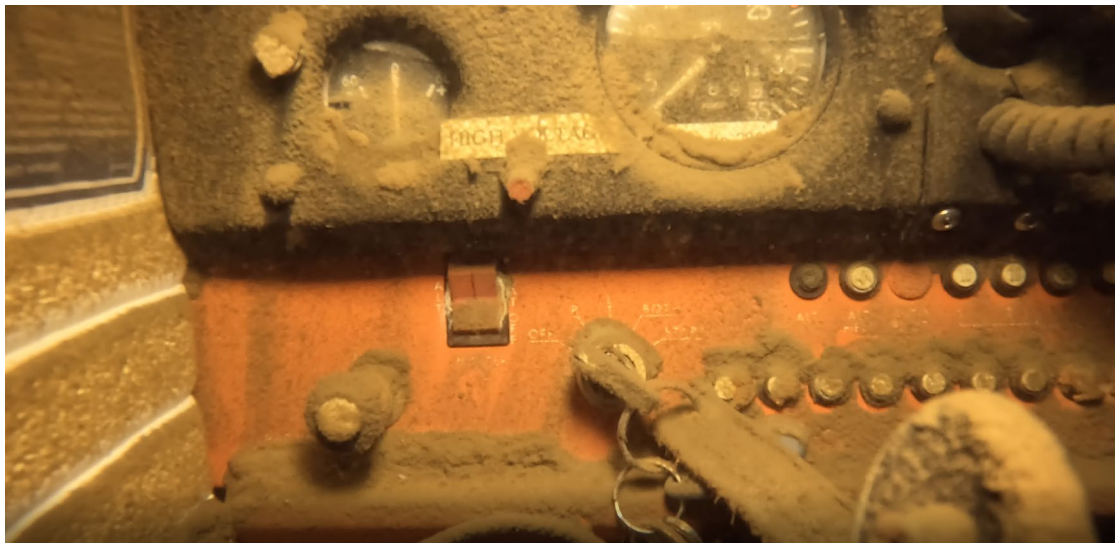


Mynd 38: Vængböð voru stillt á 30°.



Mynd 39: Staðan á eldsneytisinnjöf, eldsneytisblöndu og blöndungshitara.





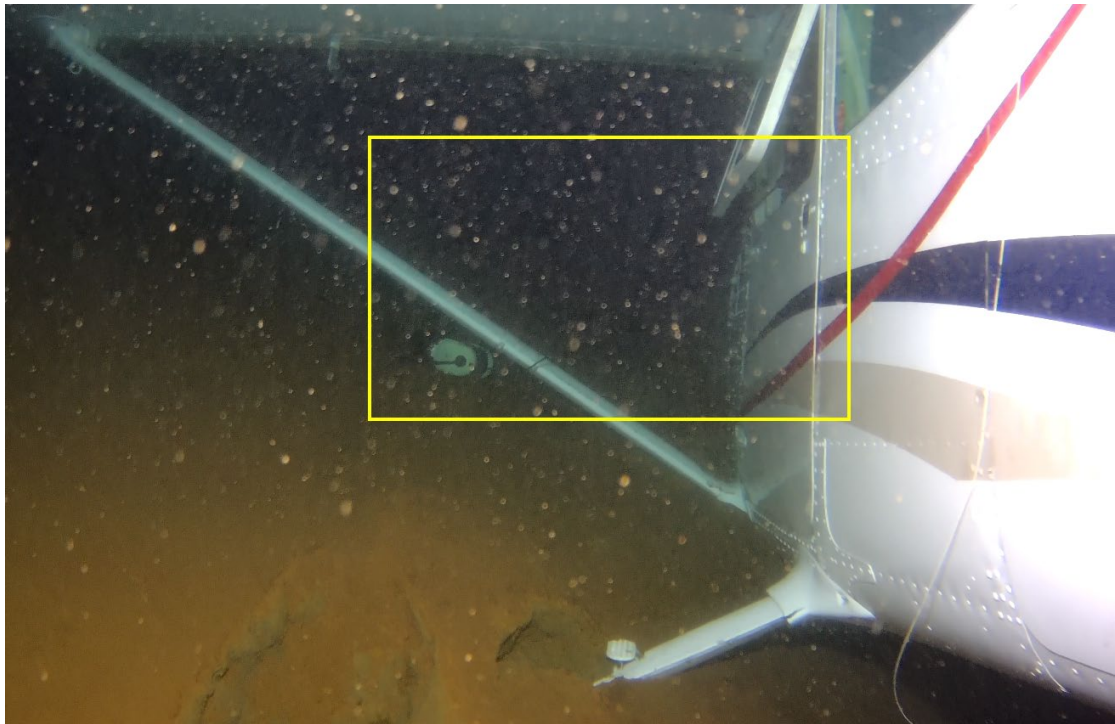
Mynd 40: Höfuðrofi og kveikjulykill.

Við rannsóknina kom eftirfarandi í ljós í tengslum við neyðarbúnað flugvélarinnar:

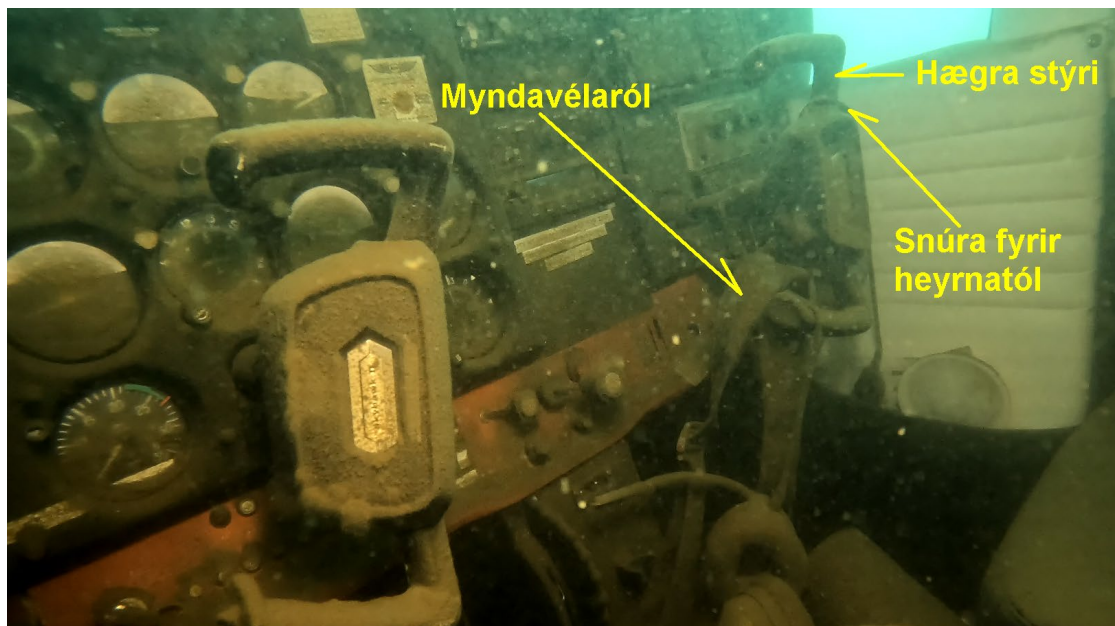
- Neyðarsendirinn var virkur (armed)
- Farþegar í aftursætum voru líklega ekki í sætisbeltum þegar slysið átti sér stað
- Flugmaður og farþegi í framsæti notuðu sennilega ekki axlarólar sætisbelta en þær voru frágengnar ofan hurða
- Strekking mittisólar sætisbeltis í hægra framsæti gaf til kynna að það hafi ekki verið notað
- Pakkingar utan um björgunarvesti voru óopnaðar
- Hægri hurð var lokað, en hún var ekki læst (not latched) að innanverðu
- Gluggi í hægri hurð var ólæstur og lá aftur á læsingunni
- Vinstri hurð var lokað, en hún var ekki læst (not latched) að innanverðu
- Gluggi í vinstri hurð var lítillega opinn
- Heyrnartól sem lágu utan við vinstri hurð flugvélarinnar voru tengd með snúru inn í flugvélina sem lá í gegnum gluggann í vinstri hurð (mynd 42)
- Myndavél sem tók myndir 2-6 hékk á hægra stýri (mynd 43)
- Snúra fyrir heyrnartól lá utan um hægra stýri (mynd 43)



Mynd 41: Hurðir lokaðar, en ólæstar, og gluggar í hurðum opnir.



Mynd 42: Heyrnartól lágu utan vinstri hurðar tengd með snúru inn í gegnum opna gluggann í vinstri hurð.



Mynd 43: Myndavélaról myndavélar sem myndir 2-6 voru teknar með og snúra fyrir heyrnatól héngu á hægri stýri.

## 2. GREINING

### 2.1. Verklag við rekstur

Flugmaðurinn skráði flugtíma sína í rafræna flugdagbók (Smart logbook), sem hvorki RNSA né aðstandendur hafa aðgang að. Samkvæmt friðhelgisstefnu fyrirtækisins sem rekur Smart Logbook hugbúnaðarlausnina, þá veita þeir ekki aðgang að flugskráningargögnum. Engu að síður, þá upplýsti fyrirtækið RNSA að flugmaðurinn hafði ekki samstillt (synchronized) flug sín frá 22. júlí 2020 og því voru flug hans eftir þá dagsetningu eingöngu vistuð á síma hans.

Því er skrásetning flugtíma flugmannsins fram til 10. maí 2021 byggð á afritum af síðustu blaðsíðum í flugdagbók sem hann skilaði inn til Samgöngustofu þann 11. maí 2021, vegna umsóknar um endurnýjun flugkennararéttinda sinna. Reynsla flugmannsins eftir það er byggð á gögnum er tilheyra flugvél TF-ABB.

Forsaga flugsins var sú að einn farþeganna hafði samband við flugmanninn á samfélagsmiðli tveimur dögum fyrir flugið, sagðist vera á Íslandi, og spurðist fyrir um hvort að hægt væri að fara í flug á fimmtudag, þann 3. febrúar 2022. Í samskiptum þeirra sagði flugmaðurinn m.a. að flugvélin væri Cessna 172 sem tæki að hámarki þrjá farþega, auk þess að rætt var um gjald sem greiða yrði fyrir ferðina. Ekki er heimilt að fljúga með farþega gegn gjaldi eða í ábataskyni á Íslandi, nema samkvæmt gildandi flugrekstrarleyfi fyrir flutningaflug.

Eigandi og umráðandi flugvélar TF-ABB var Volcano Air ehf, en félagið var ekki með skráð flugrekstrarleyfi og hafði því ekki heimild til þess að fljúga með farþega gegn gjaldi.

Frá kröfunni um flugrekstrarleyfi til þess að flytja farþega gegn gjaldi eru eftirfarandi þrjár undantekningar:

- Flugkennsla
- Skipting kostnaðar
- Kynningarflug

Við rannsóknina fannst ekki samkomulag á milli Volcano Air ehf og farþeganna, eða önnur gögn, sem gáfu til kynna að tilhögun flugsins yrði flugkennsla, skipting kosnaðar eða kynningarflug.

Flugöryggisstofnun Evrópu (EASA) hefur gefið út skipulagskrá (Charter) til þess að stuðla að auknu öryggi í einkaflugi (General Aviation) á litlum flugvélum. Í skipulagsskránni er meðal annars farið yfir skuldbindingu flugmanna gagnvart skiptingu kostnaðar (cost sharing) vegna flugs. Allnokkrir aðilar í einkaflugi hafa skrifað undir skuldbindingu um að starfa eftir skipulagsskránni, en það gera þeir í samvinnu við EASA.

Skipulagsskráin samanstendur af eftirfarandi greinum:

- Upplýsa farþega um mismunandi öryggiskröfur í einkaflugi og atvinnuflugi byggðu á flugrekstrarleyfi
- Stuðla að virkri notkun öryggisreglna hjá bæði flugmönnum og farþegum
- Veita flugmönnum aðgang að gátlistum, leiðbeiningum og kennsluefni um bestu öryggisstarfsvenjur
- Veita farþegum greinargóðar upplýsingar um tegund flugvélar sem flogið verður í, sem og upplýsingar um réttindi og reynslu flugmannsins
- Veita aðgang að vettvangi á alnetinu þar sem bestu öryggisstarfsvenjum er beint til flugmanna í einkaflugi
- Safna saman gögnum um flug, flugvélar og flugmenn er stunda skiptingu kostnaðar og veita Flugöryggisstofnun Evrópu (EASA) og flugmálayfirvöldum í viðkomandi landi aðgang að þeim upplýsingum
- Funda árlega með Flugöryggisstofnun Evrópu (EASA) og flugmálayfirvöldum í viðkomandi landi til þess að fara yfir innleiðingu á þessari skipulagsskrá
- Gefa út skipulagsskrána á vefsíðu þeirra sem skuldbinda sig til að vinna eftir henni

Skipulagsskrána má finna undir eftirfarandi hlekk:

<https://www.easa.europa.eu/en/domains/general-aviation/operations-general-aviation/charter-promote-safety-non-commercial-general-aviation>

## 2.2. Flugið

Samkvæmt þeim upplýsingum sem RNSA aflaði, þá voru farþegarnir á Íslandi á vegum erlends fyrirtækis, til þess að útbúa auglýsingaefni fyrir samfélagsmiðla.

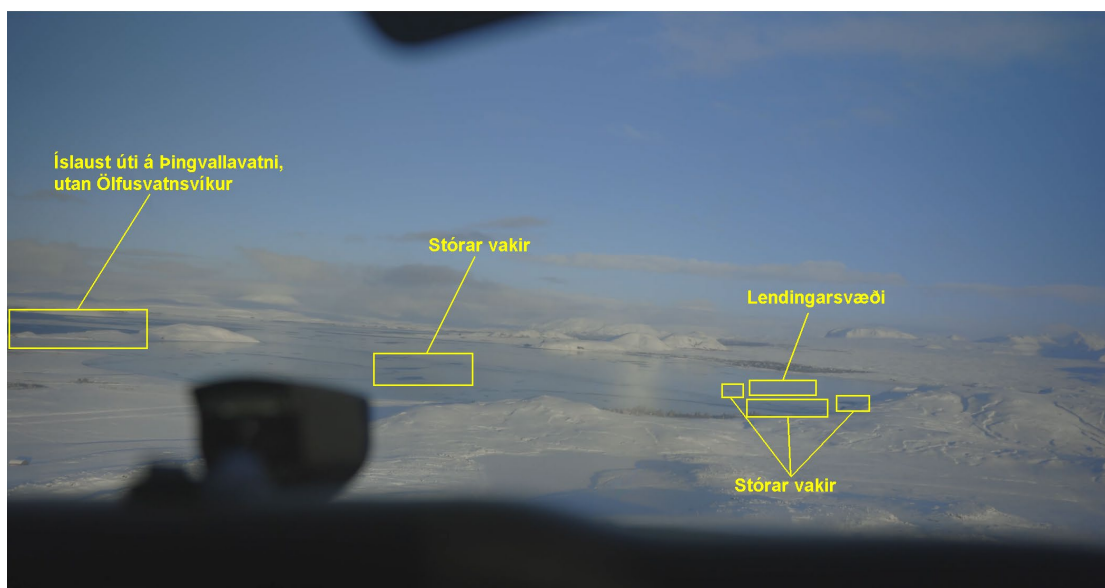
Tilgangurinn var að mynda það sem þeir gerðu í ferðinni með vörum fyrirtækisins og útbúa svokallað raunveruleikaefni (authentic content).

Við rannsóknina kom í ljós að margar ljósmyndir og mörg myndskleið höfðu verið tekin um borð í flugvélinni á fluginu. Nýttist sumt af þessu efni við rannsókn flugslyssins.

### 2.2.1. Aðstæður við Þingvallavatn

Á myndskleiðum sem tekin voru um borð í flugvél TF-ABB, má sjá að ís var að myndast í Ölfusvatnsvík og sjá má að Íslaust var á Þingvallavatni fyrir utan Ölfusvatnsvík.

Ísinn í Ölfusvatnsvík virðist hins vegar hafa verið mjög þunnur og stórar vakir á milli, eins og sést á mynd 44.



Mynd 44: Ísinn á Ölfusvatnsvík var með stórar vakir á milli. Rammi úr myndskleiði úr flugvél TF-ABB.

## 2.2.2. Vettvangur á botni vatnsins

Á botni Þingvallavatns var stefna flugvélarinnar 024° réttvísandi (mynd 45).



Mynd 45: Stefna TF-ABB á botni Þingvallavatns var 024° (réttvísandi).

Vinstri aðalhjólaleggurinn var grafinn í botnset vatnsins upp að stiginu (mynd 46). Því gátu skemmdir ofan stigsins ekki verið af völdum botnsetsins.



Mynd 46: Vinstri aðalhjól grafið í botnset upp að stiginu.

Flugvélin hallaði fram og til vinstri á botni vatnsins og voru vinstri vængendi og neðri hluti nefnsins grafin í botnset vatnsins. Botnsetið náði upp á efri hluta vélarhlífarinnar á vinstri hlið hennar. Loftnet vinstra megin á þaki stjórnklefa var brotið af og ekki til staðar við flugvélinna þar sem hún lá á botni Þingvallavatns (mynd 47).



Mynd 47: Loftnet vinstra megin yfir stjórnklefa brotið af og botnset náði upp á vinstri hlið vélarhlífar.

Annað skrufublaðið virtist heilt en hitt var grafið í botnset vatnsins og sást ekki. Skemmdir á hægri aðalhjólalegg og hægri hlið neðri vélarhlífar voru sjáanlegar ofan botnsetsins og því ekki af völdum þess (mynd 48).



Mynd 48: Loftskúfa og skemmd á hægri aðalhjólalegg og hægri hlið vélarhlífar ofan botnsets.

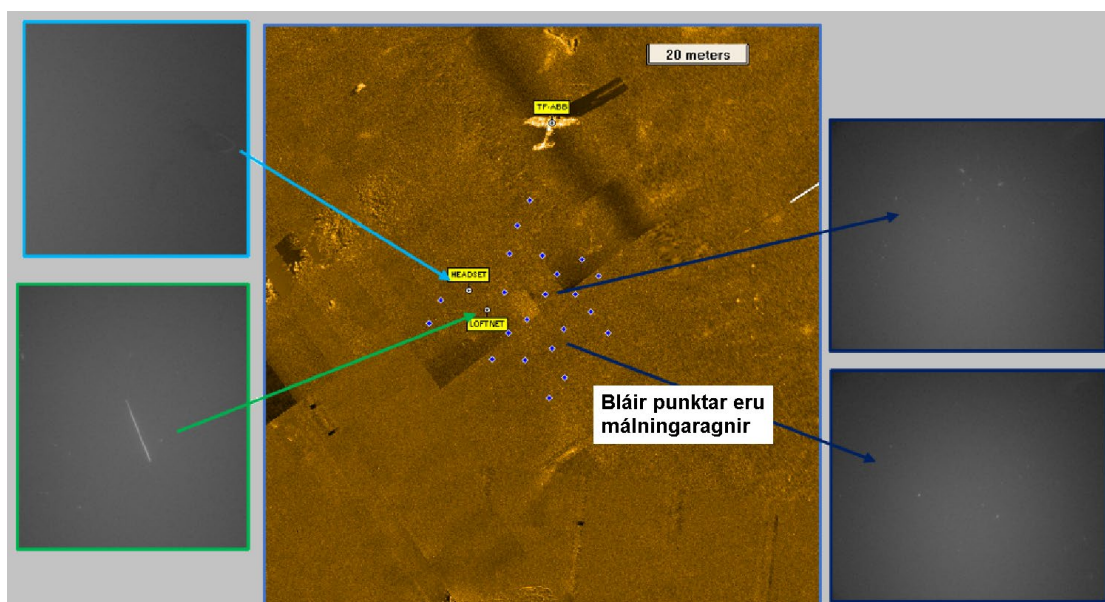


Ekkert var að sjá á myndum á botninum í kringum flugvélina sem gæti hafa valdið þessum skemmdum, miðað við stefnu flugvélarinnar og hvernig hún var staðsett á botninum.

### 2.2.3. Sennilegur vettvangur á yfirborði vatnsins

Loftnetið sem brotnað hafði af vinstra megin á þaki stjórnklefa flugvélarinnar fannst, auk heyrnartóla, um 35 metrum suðsuðvestan við flugvélina á 41 metra dýpi.

Á svæðinu suður af flugvél TF-ABB, m.a. þar sem lofnetið og heyrnartólin fundust á botni Þingvallavatns, fannst einnig mikill fjöldi hvítra málningaragna, í sama lit og flugvél TF-ABB (mynd 49).



Mynd 49: Staðsetning hvítra málningaragna, heyrnartóls og lofnetis sem fannst suður af flugvélinni (myndin er fengin frá Ríkislögreglustjóra).

RNSA telur sennilegt að þessar málningaragnir séu af flugvél TF-ABB, en mikið af málningu hafði skrapast af neðri vélarhlíf hennar, af aðalhjólaleggjunum og af snarkollunni (spinner fairing), eins og sést á myndum 11 til 17.

RNSA telur að staðsetning málningaragnanna, heyrnartólanna og lofnetisins gefi vísbendingu um hvar flugvélin hafnaði í vatninu.

RNSA telur sennilegt að loftnetið hafi brotnað af flugvélinni þegar einhver sem var um borð, tók í eða rakst í það, við það að reyna að komast upp á flugvélinu eftir að hún hafnaði í vatninu og loftnetið sokkið í kjölfarið.

#### 2.2.4. Sennilegur aðdragandi flugslyssins

Síðustu staðsetningarmerki flugvélarinnar frá kögunarkerfi<sup>15</sup> Isavia, gáfu til kynna að flugvélinni hefði verið flogið í norðvesturátt yfir Þjóðvegi nr. 350 um klukkan 11:45 í rúmlega 410 feta hæð yfir sjávarmáli. Þarna er Þjóðvegurinn í um 80 metra hæð yfir sjávarmáli (260 fet) og því var flugvélin í u.þ.b. 150 feta hæð yfir jörðu.

Samkvæmt myndum sem teknar voru út um glugga flugvélarinnar, var flugvélinni því næst flugið til norðnorðausturs, vestan megin við Úlfjótsvatn og í átt að Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni (sjá ætlaða staðsetningu þar sem farþegi í flugvélinni tók mynd 2 í skýrslunni og staðsett er í mynd 50).



Mynd 50: Þekktar staðsetningar flugvélar TF-ABB í aðdraganda flugslyssins.

<sup>15</sup> surveillance

Hljóð á fjórum stuttum myndskaiðum sem tekin voru um borð í flugvélinni, um það leyti sem hún kom inn að Ölfusvatnsvík, gaf til kynna að afl hafi verið á hreyflinum. Á einu myndskaiðinu heyrir þegar afl minnkaði á hreyflinum og flugvél lækkaði flugið niður að vatnsyfirborðinu.

RNSA fékk sérfræðing í hljóðgreiningu á hreyflahljóði til þess að greina hljóðin á myndskaiðunum. Greiningin staðfesti að þegar flugvél kom inn að Ölfusvatnsvík og lækkaði flugið niður að vatninu, þá minnkaði aflið á hreyflinum úr um 2200 RPM og niður í 1100-1400 RPM. Nánari upplýsingar má sjá um þetta í Viðauka I.

Samkvæmt myndskaiði úr öryggismyndavél (mynd 7) þá stefndi flugvélin fyrst til norðnorðausturs, í átt að sumarbústaðabyggð norðan Ölfusvatnsvíkur, þegar hún lækkaði flugið niður að vatninu. Þessa stefnu má sjá á rauðu línunni á mynd 51.

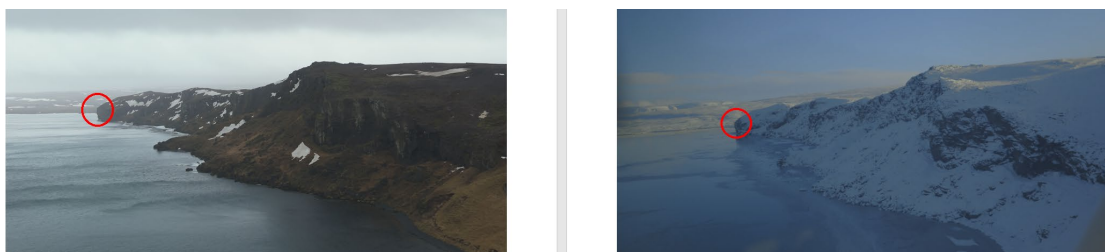


**Mynd 51: TF-ABB stefndi fyrst til norðnorðausturs þegar hún lækkaði flugið niður að vatninu.**

Með því að nota dróna sem flogið var í mismunandi hæðum eftir ferlinum á mynd 51, tók RNSA myndir í sömu átt og myndir 4-6 voru teknar. Var það gert til þess að athuga hvort hægt væri að áætla staðsetningu og hæð TF-ABB þar sem myndir 4, 5 og 6 voru teknar, en GPS staðsetning í myndavélinni hafði ekki verið virk þegar myndirnar voru teknar á fluginu. RNSA áætlaði bæði staðsetningu (myndir 50 og 51) og hæð

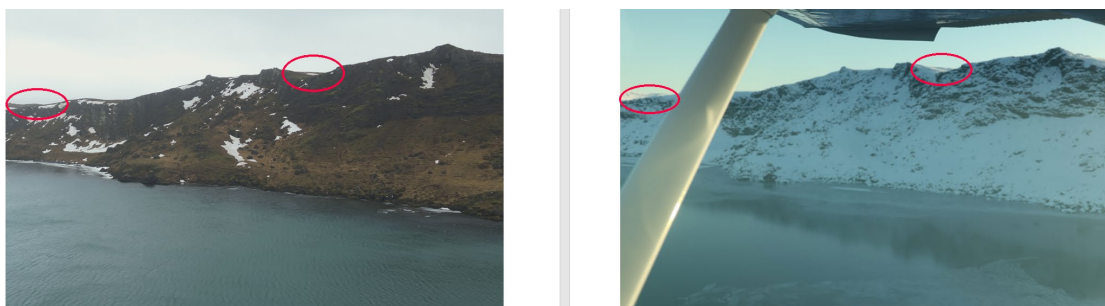
flugvélarnar er myndirnar voru teknar. Samkvæmt drónarannsókninni, þá áætlaði RNSA eftirfarandi:

- Mynd 4 er líklega tekin í 160-170 feta hæð yfir vatninu (mynd 52)
- Mynd 5 er líklega tekin í 120-130 feta hæð yfir vatninu (mynd 53)
- Mynd 6 er líklega tekin í 90-100 feta hæð yfir vatninu (mynd 54)



**Mynd 52:** Samanburður drónamyndar (til vinstri) við sama sjónarhorn úr mynd 4 (til hægri).

Drónamynd til vinstri er tekin í 160 – 170 feta hæð yfir vatninu. Rauðir hringir tákna þrívítt landslag á vinstri mynd sem notað var til að ákvarða hvaða drónamynd passaði við hægri mynd.



**Mynd 53:** Samanburður drónamyndar (til vinstri) við sama sjónarhorn úr mynd 5 (til hægri).

Drónamynd til vinstri er tekin í 120 – 130 feta hæð yfir vatninu. Rauðir hringir tákna þrívítt landslag á vinstri mynd sem notað var til að ákvarða hvaða drónamynd passaði við hægri mynd.



**Mynd 54:** Samanburður drónamyndar (til vinstri) við sama sjónarhorn úr mynd 6 (til hægri).

Drónamynd til vinstri er tekin í 90 – 100 feta hæð yfir vatninu. Rauðir hringir tákna þrívítt landslag á vinstri mynd sem notað var til að ákvarða hvaða drónamynd passaði við hægri mynd.

Á myndskaiðinu úr öryggismyndavélinni (mynd 7) sást að flugvélin beygði því næst til vinstri (til norðvesturs) og lækkaði flugið enn frekar niður að vatninu.

RNSA hefur áætlað hluta flugferilsins eftir beygjuna til vinstri, byggt á myndskaiðinu úr öryggismyndavélinni (mynd 7), eins og sjá má í gulu á mynd 55. Tekið skal fram að guli ferillinn er gróflega áætlaður eftir myndskaiðinu og því ber að taka honum með fyrirvara.

Flugvélinni virtist því næst vera annað hvort flogið í mjög lítilli hæð yfir ísilögðu vatninu til norðvesturs, eða vera í landingarbruni á ísnum, í um 7 sekúndur, áður en hún fór í gegnum hann. Á mynd 56, sem tekin er úr myndskaiði öryggismyndavélarinnar, má sjá þegar vatnsgusa myndast þar sem flugvél TF-ABB hafnaði í vatninu.



Mynd 55: Grófáætlaður ferill að loftneti byggður á myndskaiði úr öryggismyndavél.



Mynd 56: Vatnsgusa myndast þegar flugvél TF-ABB hafnaði í Þingvallavatni. Rammi úr upptöku öryggismyndavélarinnar.

Klukkan á öryggismyndavélinni á mynd 7 var rangt stillt, en ekki náðist að kvarða tímasetninguna á henni miðað við rétta klukku, þar sem henni var breytt áður en til þess kom. Því var ekki hægt að styðjast við tímaskráningu á myndskleiði öryggismyndavélarinnar við ákvörðun á tímasetningu flugslyssins. RNSA framkvæmdi því útreikninga þar sem tíminn á myndskleiði öryggismyndavélarinnar (mynd 7) var kvarðaður út frá staðsetningu flugvélarinnar þegar myndir 4 til 6 voru teknar, en nánar má sjá um það í Viðauka II. Útreikningarnir leiddu í ljós að umreiknað í tímakvarða myndavélarinnar (í UTC), sem myndir 4 til 6 voru teknar með, þá varð flugslysið klukkan 11:48.

RNSA telur að skemmdirnar, sem áður var lýst, á aðalhjólaleggjum TF-ABB, sem og á neðri vélarhlíf, hafi orðið áður en flugvélin hafnaði á botni Þingvallavatns. Eins og sést á mynd 18, þá voru hvorki skemmdir á hægri aðalhjólalegg né hægri hlið neðri vélarhlífar TF-ABB fyrir flugtak á Reykjavíkflugvelli.

Er það mat RNSA að hjól flugvélar TF-ABB hafi farið í gegnum ís á yfirborði Þingvallavatns, sem ekki bar þyngd flugvélarinnar.

Þegar massa- og vægisgögn flugvélar TF-ABB eru skoðuð, er ljóst að þyngdarálag á nefhjólíð var 468 pund á meðan álagið á hvort aðalhjól var 1024 pund<sup>16</sup>. Því telur RNSA líklegast að aðalhjólin, sem báru meirihluta þyngdar flugvélarinnar, hafi farið fyrst í gegnum ísinn og skemmdir á fremri hluta aðalhjólaleggjum hafi orðið þegar aðalhjólaleggirnir brutu ísinn þegar flugvélin rann áfram.

Telur RNSA að við þetta hafi sennilega myndast mikið og snöggvægi við aðalhjólaleggina miðað við massamiðju flugvélarinnar ofan íssins, sem hafi þrýst nefhjólínu í gegnum ísinn og TF-ABB því skolið með neðri vélarhlífina á ísinn. Þá hafði hraði flugvélarinnar hins vegar snöggminnkað eftir að aðalhjólin fóru í gegnum ísinn, sem skýri af hverju það sjáist ekki eins skemmdir á nefhjólaleggjum eins og á aðalhjólaleggjunum.

Sjá myndræna útskýringu á þessu ferli á mynd 57.

Síðan þegar neðri vélarhlíf flugvélarinnar skall á ísnum, er sennilegt að ísinn hafi brotnað og vatnsgusa myndast. RNSA telur að vatnsgusan sem sést á mynd 56 hafi myndast við þetta.

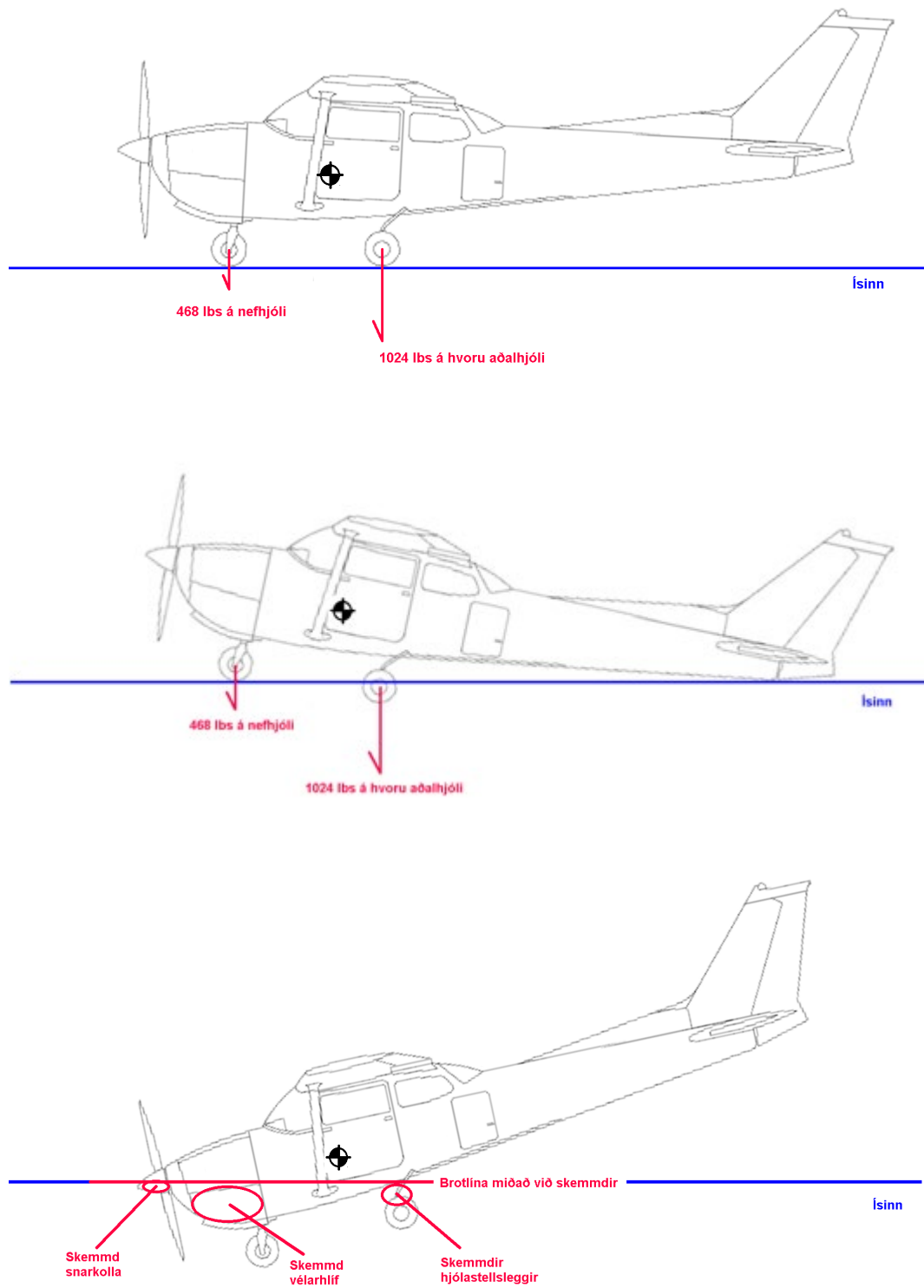
RNSA telur því líklegt að skemmdirnar hafi orðið þegar flugvélin fór í gegnum ís á yfirborði Þingvallavatns. Líklegt er að málningaragnirnar sem fundust á botni vatnsins hafi skrapast af flugvélinni þegar hún fór í gegnum ísinn og hafnaði í vatninu.

Eftir að flugvélin sökk telur RNSA að hún hafi farið í vinstri beygju, um leið og hún ferðast áfram í vatninu, vegna rennigildis hennar. RNSA byggir ályktunina á því að á botni vatnsins hallaði flugvélin áfram og til vinstri með vinstri vængendann niðurgrafinn og með botnset upp að vinstri framhlið skrokkans og upp á vinstri og fremri hluta vélarhlífarinnar. Hafi þá flugvélin ferðast áfram í vinstri beygju í a.m.k. tæpan hring, úr stefnu í norðvestur og í stefnu til norðnorðausturs (24° réttvísandi) á leið sinni niður að botni vatnsins.

RNSA telur að þetta skýri einnig af hverju flugvélin fannst á botni Þingvallavatns um 35 metra í norðnorðaustur af þeim stað þar sem loftnetið fannst, þrátt fyrir að hún hafi líklega stefnt til norðvesturs áður en hún fór í gegnum ísinn á vatninu.

---

<sup>16</sup> Í kafla 2.3.1. um þyngd og vægi kemur fram að hvort aðalhjólíð bar 1024 pund af þyngd flugvélarinnar á meðan nefhjólíð bar einungis 468 pund.



Mynd 57: Brotlína gefur vísbendingar um hvernig flugvélin fór í gegnum ísinn.



### 2.2.5. Veður

Veðurstöð Veðurstofu Íslands er staðsett við norðurenda vatnsins, aftan við þjónustumiðstöðina á Þingvöllum. Klukkan 12:00 daginn sem slysið varð, var samkvæmt veðurstöðinni hæg austlæg átt á Þingvöllum, léttskýjað, 8 stiga frost og daggarmark var  $-11^{\circ}\text{C}$  (mynd 19). Mögulegt er að í lofti yfir vatni sé raki meiri en mælist á landi í kring.

Á myndefni úr öryggismyndavél við Þingvallavatn (mynd 7) er ekki að sjá að skyggni, skýjahæð eða nokkur úrkoma hafi hamlað sjónflugi þegar flugvélin lækkaði flugið niður að Þingvallavatni.

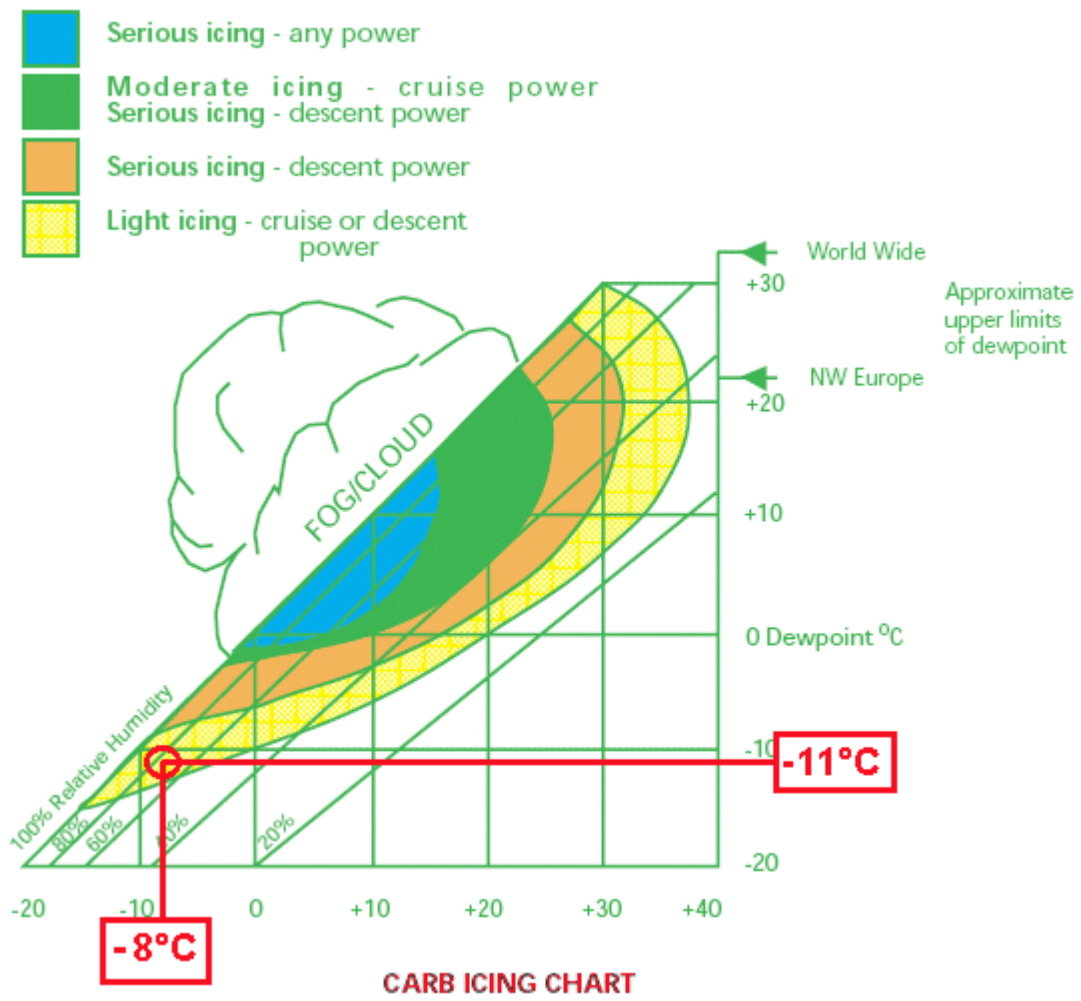
Ekki er talið að veður hafi átt þátt í því að flugvélin lækkaði flugið niður að Þingvallavatni.

### 2.2.6. Blöndungsísing

Veðurfræðingur RNSA skoðaði veðuraðstæður þennan dag og bar saman nálægar veðurmælingar. Á Lyngdalsheiði mældist 8 stiga frost og daggarmark  $-11^{\circ}\text{C}$ . Á Ölkelduhálsi var 8 stiga frost og daggarmark  $-9^{\circ}\text{C}$ . Á Mosfellsheiði, sem liggur hærra, var 11 stiga frost og daggarmark  $-12^{\circ}\text{C}$ . Vindhraði var lítill yfir vatninu og þar af leiðandi var lítil blöndun hita og raka. Er það því mat veðurfræðings RNSA að veðurmæling á Þingvöllum hafi gefið glögga mynd af veðuraðstæðum yfir vatninu. Þar sem hitastig var mjög lágt alls staðar í kringum vatnið, þá er talið að raki hafi ekki getað verið mikið meiri yfir vatninu en í kringum það.

Eins og sjá má á mynd 58, við 8 stiga frost og  $-11^{\circ}\text{C}$  daggarmark, þá er hætta á minniháttar blöndungsísingu (light icing) í farflugi (cruise) eða við afgang í lækkun flugs (descent power).

Blöndungshitari var stilltur á (ON) og telur RNSA ólíklegt að blöndungsísing hafi orðið, ef blöndungshitarinn var á, þegar flugið var lækkað niður að vatninu.



Mynd 58: Hætta á minniháttar blöndungsísingu í farflugi eða í lækkun flugs.

### **2.3. Flugvélín**

Flugvél TF-ABB hafði verið uppfærð með 180 hestafla hreyfli af gerðinni Lycoming O-360-A4M, með raðnúmerið L-8327-36A, samkvæmt viðbótartegundarskírteini FAA STC SA703GL. Við þá breytingu var hámarksfærsla vængbarða takmörkuð við 30°, auk þess sem afkastageta og eldsneytiseyðsla flugvélarinnar jókst.

Loftskrúfa flugvélarinnar var af gerðinni Sensenich 76EM8SPY-0-60, með raðnúmerið 106410K.

Athygli vakti að loftskrúfan var nánast óskemmd, með tvær grunnar rispur við rætur blaðanna á bakhlið skrúfunnar.

Út frá ástandi loftskrúfunnar er talið sennilegt að lítið afl hafi verið á hreyflinum þegar loftskrúfan fór í ísinn og/eða vatnið.

#### **2.3.1. Þyngd og vægi**

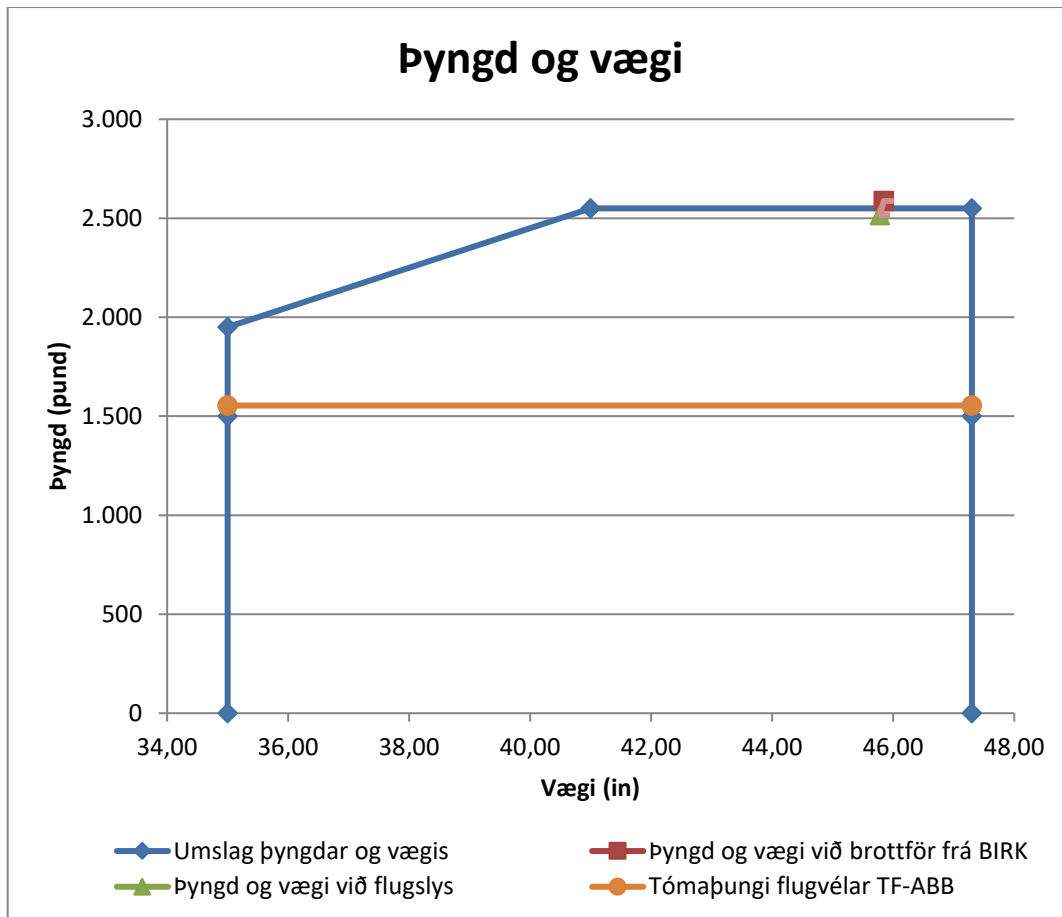
Samkvæmt loftfaraskrá Samgöngustofu var hámarksmassi TF-ABB 1157 kg, og samkvæmt viðbótartegundarskírteini SA703GL var hámarksþungi TF-ABB 2550 pund.

Ekki fundust pappírar um borð sem gáfu til kynna að þyngd og vægi hefðu verið reiknuð sérstaklega fyrir flugið, en þó fundust fjórir staðlaðir þyngdar- og vægisútreikningar með eldri dagsetningum miðað við mismunandi farþegafjölda og eldsneytismagn.

RNSA reiknaði út þyngd og vægi flugvélarinnar byggt á þyngd og staðsetningu hluta sem fundust um borð, þyngdum úr krufningaskýrslum og eldsneytismagni sem uppgafið var við turn ásamt eldsneytisútreikningum. Samkvæmt útreikningunum var þyngdin 2587 pund við flugtak frá Reykjavíkflugvelli, sem er 37 pundum yfir hámarksþyngd flugvélarinnar.

Að teknu tilliti til brennslu eldsneytis á fluginu, samkvæmt útreikningum RNSA, var þyngdin við flugslysið um 2517 pund, sem er undir hámarksþyngd flugvélarinnar.

Reyndust bæði þyngd og vægi vera innan marka umslags við flugslysið (mynd 59).



Mynd 59: Þyngd og vægi flugvélar TF-ABB.

Eftirfarandi vægisupplýsingar lágu fyrir:

- Staðsetning þyngdarmiðjunnar var reiknuð af RNSA 45,78 tommur (in) fyrir aftan eldvegginn (firewall) sem staðsettur er á STA 0.0
- Staðsetning nefhjól<sup>17</sup> er 6,8 tommur (in) fyrir framan eldvegginn á STA 0.0
- Staðsetning aðalhjóla er 57,8 tommur (in) fyrir aftan eldvegginn á STA 0.0

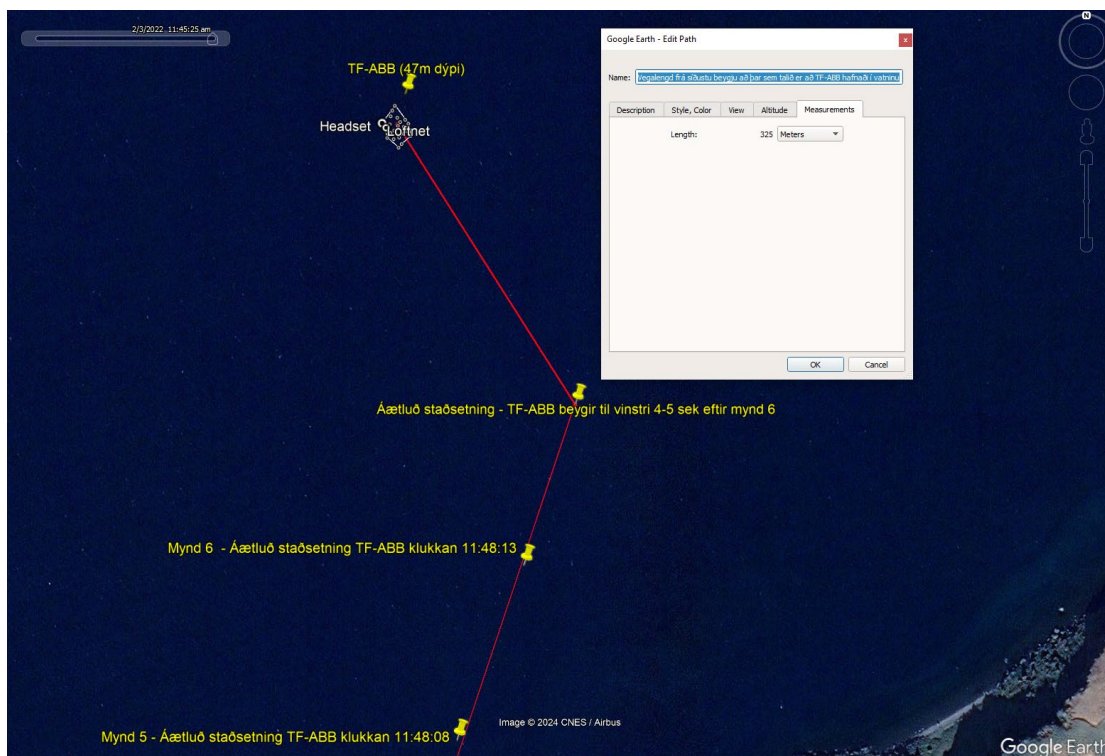
RNSA reiknaði einnig út þyngdardreifingu 2517 pund áætlaðrar þyngdar flugvélarinnar við flugslysið. Reyndist þyngdin á nefhjólið vera 468,3 pund og þyngdin á hvort aðalhjólið vera 1024,3 pund.

Því var þyngdarálag á hvort aðalhjól mun hærra en á nefhjólið.

<sup>17</sup> Samkvæmt Cessna Model 172N POH Section 6, 6-14 Equipment list.

### 2.3.2. Áætlaður flughraði fyrir flugslys

RNSA áætlaði jarðhraða TF-ABB á síðasta leggnum frá lokabeygjunni niður að vatninu og þangað til að hún hafnaði í vatninu. Þessi vegalengd reyndist um 325 metrar (sjá mynd 60) og tók það flugvélin 16 sekúndur að fljúga þessa vegalengd. Því var jarðhraði flugvélarinnar um 20 m/s eða um 45 mph.



Mynd 60: Vegalengd frá lokabeygjunni að þeim stað sem TF-ABB hafnar líklega í vatninu er 325 metrar.

Hæg austlæg átt (5 hnútar) var við norðanvert Þingvallavatn, en sterkari (20 hnútar) norðvestan átt á heiðunum sitt hvoru megin við suðurhluta Þingvallavatns.

Skoðun RNSA á veðurgögnunum (sjá mynd 19) leiddi í ljós að ríkjandi vindátt á svæðinu hafi verið að norðvestan og því líklegast að við sunnanvert Þingvallavatn, í Ölfusvatnsvík, hafi sú vindátt verið ríkjandi. Við það er ljóst að flughraði TF-ABB var hærri en jarðhraðinn á lokaleggnum eftir síðustu beygjuna, þegar hún flaug í norðvestur til móts við ríkjandi vindátt. Hversu miklu hærri færi hins vegar eftir hversu mikill vindurinn var yfir Ölfusvatnsvík, en þar sem ekki eru til mælingar á vindi yfir Ölfusvatnsvík þegar flugslysið varð er erfitt að staðhæfa nákvæmlega um áhrif vinds á jarðhraða flugvélarinnar. Er það þó mat veðurfræðings RNSA að vindurinn hafi verið minni en á heiðunum sitt hvoru megin við sunnanvert Þingvallavatn (20 hnútar).

RNSA áætlað því að vindurinn í Ölfusvatnsvík hafi verið allt frá 0 hnútum að 10 hnútum, en þá má áætla að á síðasta leggnum, eftir síðustu beygjuna niður að vatninu, hafi flughraði TF-ABB verið um 45 – 56 mph.

Ofrishraði TF-ABB miðað við fulla þyngd og full vængbörð er 41 mph. Því telur RNSA að flughraði TF-ABB hafi verið hærri en ofrishraði hennar á síðasta leggnum.

RNSA telur því ólíklegt að flugvél TF-ABB hafi ofrisið.

### 2.3.3. Viðhald flugvélarinnar

RNSA skoðaði viðhaldssögu undanfarinna ára á flugvél TF-ABB:

- Júlí 2018 – Ársskoðun – Heildartími 8065 flugstundir
- Nóvember 2018 – 100 tíma skoðun – Heildartími 8165,5 flugstundir
- Febrúar 2019 - 50 tíma skoðun – Heildartími 8215 flugstundir
- Maí 2019 - 100 tíma skoðun - Heildartími 8270 flugstundir
- Júní 2019 - 50 tíma skoðun - Heildartími 8319 flugstundir
- Júlí 2019 - Ársskoðun - Heildartími 8372 flugstundir
- Október 2019 - 100 tíma skoðun - Heildartími 8471,6 flugstundir
- Júlí 2020 - 100 tíma skoðun - Heildartími 8565,5 flugstundir
- September 2020 - Lofthæfifyrirmæli (AD note) – Heildartími 8620,4 flugstundir
- Mars 2021 - Ársskoðun - Heildartími 8662 flugstundir og Tach tími 2622,8 klukkustundir

Í ársskoðuninni 2021 hafði m.a. neyðarbúnaður verið skoðaður og/eða endurnýjaður, auk þess sem ísetning eftirfarandi raftækjabúnaðar var framkvæmd:

- Garmin GTR 225A VHF COM
- Garmin GMA 350C Audio Panel
- Garmin GTX 330D Transponder

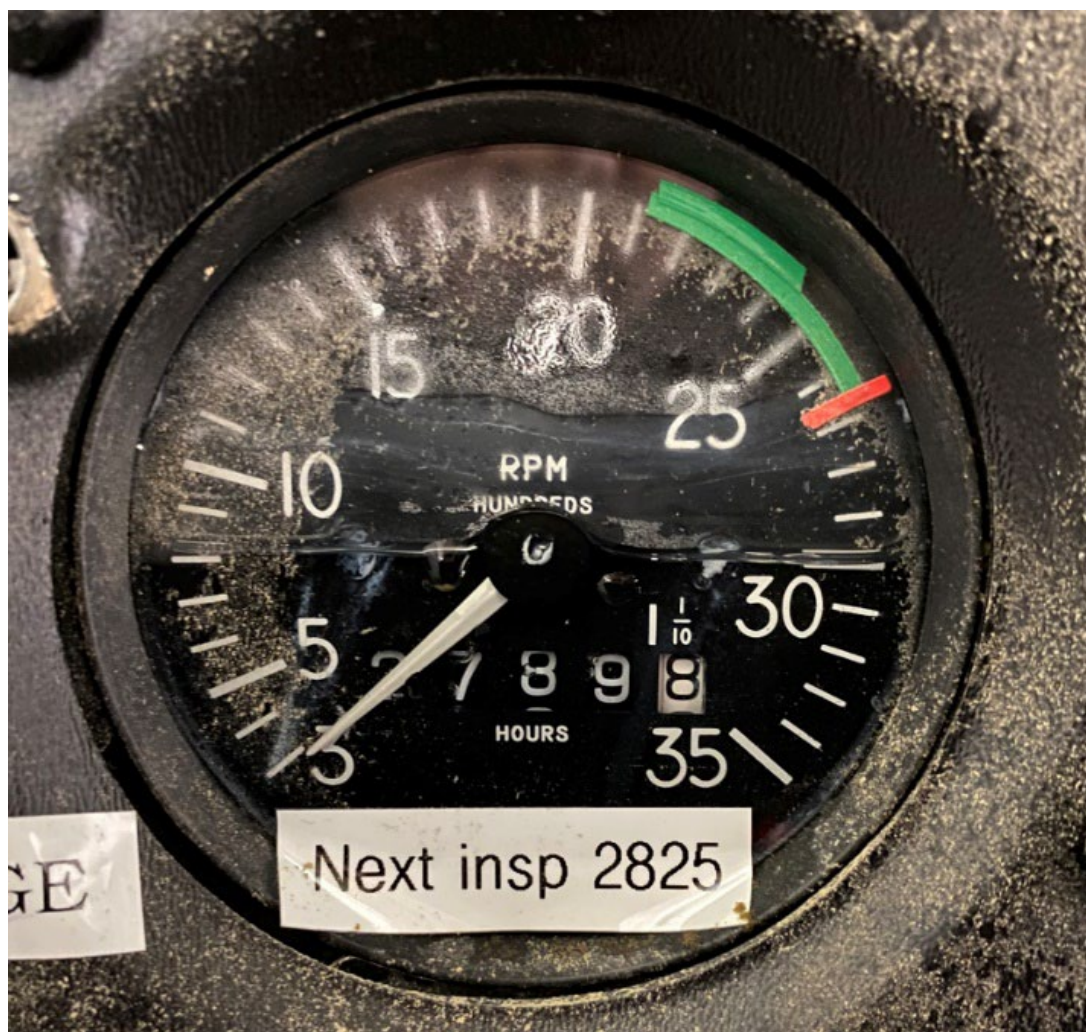
Garmin GTX 330D uppfyllir Evrópukröfur sem Mode-S senditæki (transponder) og er það ástæða þess að flugvélin sást í MLAT kögunarkerfi Isavia.

Eftir ársskoðunina í mars 2021 hafði m.a. eftirfarandi viðhald verið framkvæmt á flugvél TF-ABB:

- Maí 2021 - Loftskrúfan send í grannskoðun (overhaul)
- Júlí 2021 – Ný loftskrúfa sett á flugvélinna, auk þess sem skipt var um rafhlöðu í neyðarsendi (ELT)
- September 2021 - 50/100 tíma skoðun - Heildartími 8764,2 flugstundir og Tach tími 2724,2 klukkustundir

Næstu skoðun á flugvélinni átti að framkvæma í 2825 klukkustundum, eða eftir 35,2 klukkustundir (mynd 61). Við rannsóknina kom í ljós að Tach tími var 2789,8 klukkustundir.

Viðhald flugvélarinnar var samkvæmt viðhaldsáætlun.



Mynd 61: Uppsafnaður Tach tími var 2789,8 klukkustundir.

### 2.3.4. Stilling stjórnækja

Athygli vakti að dregið var verulega af eldsneytisinnngjöf flugvélarinnar, en hún fannst dregin aftur 4,0 cm af 5,5 cm mögulegri færslu eftir slysið.

RNSA framkvæmdi prófanir á tveimur sambærilegum flugvélum, Textron 172N útbúna 180 hp Lycoming O-360-A4M hreyfli, til þess að finna út hversu mikið afl hafi verið á hreyflinum miðað við þessa stillingu á eldsneytisinnngjöfni.

Samkvæmt prófunum, þá gaf 4,0 cm afturdregin eldsneytisinnngjöf af 5,5 cm mögulegri færslu um 2100 snúninga á mínútu (RPM) á annarri flugvélinni og um 2000 snúninga á mínútu (RPM) á hinni flugvélinni. Út frá þessu áætlaði RNSA að hreyfillinn hafi hugsanlega verið stilltur á 2000-2100 RPM þegar slysið varð, en þá er gert ráð fyrir því að engin færsla hafi orðið á eldsneytisinnngjöfni við eða eftir flugslysið.

Litrófsgreining í Viðauka I, á hjóði myndskaiðsins sem tekið var um borð í flugvél TF-ABB, gaf hins vegar til kynna að 36-40 sekúndum fyrir flugslysið hafi aflgjöfin verið stillt á enn lægra afl, líklega um 1130 RPM.

Ef að færsla hefði orðið á eldsneytisinnngjöfni við flugslysið, þá telur RNSA sennilegt að hún hefði orðið fram á við vegna höggsins við slysið, en þá hefði eldsneytisgjöfin verið stillt enn aftar og því enn minna afl á hreyflinum en 2000-2100 RPM.

Út frá því og viðbótarupplýsingarbréfi hreyfilsins<sup>18</sup>, þá áætla RNSA að 2000-2100 RPM á hreyfillinn hafi þýtt u.þ.b. 45%-50% afl (mynd 62).

---

<sup>18</sup> Penn Yann Supplemental Airplane Flight Manual for STC SA703GL.





Power Chart

Press. Alt.	Std. Alt. Temp. °F	108 HP 60% Power RPM	117 HP 65% Power RPM	126 HP 70% Power RPM	135 HP 75% Power RPM	Press. Alt.
SL	59	2290	2370	2440	2500	SL
1,000	55	2310	2390	2460	2520	1,000
2,000	52	2330	2410	2480	2540	2,000
3,000	48	2350	2430	2500	2560	3,000
4,000	45	2370	2450	2520	2580	4,000
5,000	41	2390	2470	2540	2600	5,000
6,000	38	2410	2490	2560	2620	6,000
7,000	34	2430	2510	2580	2640	7,000
8,000	31	2450	2530	2600	—	8,000
9,000	27	2470	2550	2620	—	9,000
10,000	23	2490	2570	—	—	10,000
11,000	19	2510	2590	—	—	11,000
12,000	16	2530	—	—	—	12,000

% Power	Hp	RPM	
45%	81	1990	estimate
50%	90	2100	estimate
55%	99	2200	estimate
60%	108	2290	
65%	117	2370	
70%	126	2440	
75%	135	2500	

Mynd 62: Afstilling hreyfilsins áætluð 45% - 50% út frá hreyflagögnum.

RNSA telur að staða á vængbörðum (30°) og eldsneytisinnjöf (dregin aftur 4,0 cm af 5,5 cm eða hugsanlega enn aftar ef færsla varð á eldsneytisinnjöfni í flugslysinu), gefi til kynna að flugvélin hafi annað hvort verið í landingarham, eða að ætlunin hafi verið að fljúga í mjög lítilli hæð yfir ísilögðu vatninu.

Það að loftskrúfan var nánast óskemmd (einungis tvær grunnar rispur við rætur blaðanna á bakhlið skrúfunnar) gefur einnig til kynna að ekki hafi verið mikið afl á hreyflinum.

RNSA kannaði hvort að stilling stjórnækja benti til þess að farið hefði verið yfir neyðargátlista (mynd 63). Kveikt var á blöndungshitara ( CARB HEAT – ON), eldsneytisblandan var stillt á fulla blöndu (MIXTURE – FULL RICH), eldsneytiskerfið var stillt á báða eldsneytisgeyma (FUEL SELECTOR – CHECK/SWITCH/BOTH), vængbörð voru að fullu niðri (FULL FLAPS), slökkt var á höfuðrofa og einnig á

kveikjulykli (MASTER & MAGS – OFF). Þetta gefur til kynna að flugmaðurinn hafi farið yfir hluta neyðarviðbragða. Ekki var þó hægt að segja til um hvort það hafi verið gert fyrir eða eftir að flugvélin hafnaði í vatninu.

(IF UNABLE TO ABORT TAKEOFF)

POWER LOSS IMMEDIATELY AFTER TAKEOFF / NO RESTART

MAINTAIN AIRCRAFT CONTROL  
 FLAPS UP – 68 KIAS (78 MPH)  
 FUEL SELECTOR – OFF  
 MIXTURE – FULL LEAN / IDLE CUTOFF  
 FLAPS – DOWN  
 MASTER & MAGS – OFF (Unlatch Doors)

POWER LOSS IN FLIGHT

BEST GLIDE – 68 KIAS (78 MPH) (Full Gross Weight)  
 CARB HEAT – ON (Also Supplies Alternate Air)  
 NOTE WIND DIRECTION & VELOCITY  
 PICK LANDING SITE  
 MIXTURE – FULL RICH  
 FUEL SELECTOR – CHECK / SWITCH / BOTH (Note Gauges)  
 FUEL PRIMER – LOCKED (Try Re-Priming)  
 MAGNETOS – CHECK ALL  
 MASTER – ON

IF NO RESTART & TIME PERMITS

MAINTAIN BEST GLIDE  
 SQUAWK 7700  
 DECLARE EMERGENCY (TWR, APP, Unicom, 121.5)  
 MIXTURE – FULL LEAN / IDLE CUTOFF  
 FUEL SELECTOR – OFF  
 SEATBELTS / HARNESS  
 FLAPS – AS NEEDED (Full Flaps When Field Assured)  
 MASTER & MAGS – OFF  
 UNLATCH DOORS  
 PROTECT BODY

ELECTRICAL FIRE IN FLIGHT

ALL ELECTRICAL DEVICES + MASTER – OFF (Mags On)  
 CLOSE VENTS, CABIN HEAT, & AIR  
 IF FIRE OUT – MASTER ON ONLY IF CRITICAL  
 THEN ONE ESSENTIAL ELECTRICAL DEVICE AT A TIME  
 RESET CIRCUIT BREAKERS ONLY IF CRITICAL

ENGINE FIRE IN FLIGHT

MIXTURE – FULL LEAN / IDLE CUTOFF  
 FUEL SELECTOR – OFF  
 MASTER SWITCH – OFF  
 CABIN HEAT & AIR – OFF (Except Overhead Vents)  
 INCREASE AIRSPEED TO EXTINGUISH – LAND ASAP

ENGINE FIRE DURING START

CONTINUE CRANKING ENGINE  
 IF START – RUN A FEW SECONDS - SHUTDOWN - INSPECT  
 IF NO START – IDLE MIXTURE CUTOFF & FUEL SELECTOR OFF  
 THROTTLE FULL OPEN  
 CONTINUE CRANKING ENGINE A FEW SECONDS  
 MASTER & MAGS – OFF  
 EVACUATE / FIRE EXTINGUISHER

ICING

PITOT HEAT – ON  
 CARB HEAT – ON  
 CABIN HEAT & DEFROST – MAXIMUM  
 STRONGLY CONSIDER 180° TURN  
 ATTAIN HIGHER OR LOWER ALTITUDE  
 INCREASE ENGINE SPEED  
 FLAPS – NOT RECOMMENDED FOR LANDING  
 LAND FASTER AS NEEDED

OTHER

**AMMETER w/EXCESS RATE OF CHARGE:** Alternator – Off, Pull C.B. / Nonessential Electric – Off / Terminate Flight A.S.A.P.  
**LOW VOLTAGE:** Avionics Power Switch – Off / ALT C.B. - In / Master – Off, then, Master – On / Ck. Volt Lt. Off / Avionics – On  
 If Illuminates Again: ALT & Electric – Off / Terminate Flight A.S.A.P.  
**RADIO OUT:** Check Circuit Breakers & VOLUME  
 Recycle Alternator Switch  
 If IFR & Still Out, Set XPDR To 7600.  
 (Suggested For VFR If In B, C, D Airspace.)

UNICOM: 122.7 – 122.8 – 122.95 – 123.0 – 123.05  
 MULTICOM: 122.9 (CTAF) 122.75, 122.85 (Air To Air)  
 F.S.S.: 122.000 To 122.675. Most Common -122.2  
 EMERGENCY: 121.5

TOWER SIGNALS	ON GROUND	IN FLIGHT
Steady Green	Cleared For Takeoff	Cleared To Land
Flashing Green	Cleared To Taxi	Return For Landing
Steady Red	Stop	Yield & Continue Circling
Flashing Red	Taxi Clear of Landing Area	Airport Unsafe - Do Not Land
Flashing White	Return To Starting Point	NR
Alternating Red & Green	Use Extreme Caution	Use Extreme Caution

\* Every Plane Has A Different Empty Weight And Useful Load  
 Cessna 172N "Air Plains" 180 hp Conversion. O-360, Fixed Pitch

\* Empty Weight:  LBS (Specific Plane Weight)  
 \* Max. Useful Load:  LBS (Including Fuel @ 6 lbs/gal)  
 Max. Baggage Area: 120 LBS (Included In Useful Load)  
 Max. T.O. Weight: 2550 LBS

Fuel Type: 100LL (Blue) / 100 (Green)  
 Usable Fuel: 40 Gallons (50 LR Tanks) + (23 w/Plint Tanks)  
 Oil Capacity: 8 Quarts (Minimum 6)  
 Electrical: 24-28 VOLT / 60 AMP  
 Tire Pressure: Nose - 45 PSI / Main - 38 PSI

© All Rights Reserved, CheckMate Aviation Inc. 1992-2017

Mynd 63: Neyðargátlisti fyrir Cessna 172N flugvélar útbúnað með 180hp hreyfil sem fannst um borð í TF-ABB.

Gaf þetta tilefni til þess að rannsaka hvort að flugvélin hafi misst afl, t.d. vegna eldsneytisskorts eða hvort eitthvað hafi verið að hreyflinum.

### 2.3.5. Eldsneyti

Flugvél TF-ABB var útbúin tveimur 27 USG<sup>19</sup> eldsneytisgeymum sem staðsettir voru í hvorum væng og gat því tekið 54 USG af eldsneyti. Þar af var nothæft eldsneytismagn 50 USG, eða um 189 lítrar.

Samkvæmt upplýsingum frá flugturni, þá áætlaði flugmaðurinn 2 klukkustunda flug með 4 klukkustunda flugþol. Meðaleldsneytiseyðslan<sup>20</sup> var um 9,6 USG/klst, sem þýðir að við flugtak voru líklega um 38,4 USG af eldsneyti á eldsneytisgeymum flugvélarinnar.

RNSA reiknaði út að frá flugtaki klukkan 10:38 og að áætlaðri tímasetningu flugslyss klukkan 11:48, hafi flugvélin brennt um 11,4 USG af eldsneyti og því hafi verið um 27 USG, eða um 103 lítrar, af eldsneyti í eldsneytisgeymum flugvélarinnar við flugslysið.

Þegar búið var að ná flugvélinni úr Þingvallavatni og flytja hana í skýli RNSA. Var eldsneytiskerfi flugvélarinnar skoðað ítarlega (mynd 64 og mynd 65) og við þá skoðun fannst eftirfarandi:

- Eldsneytiskerfið var stillt á báða eldsneytisgeyma
- Eldsneyti var á flugvélinni
  - Um 49 lítrar (13.0 USG) af Avgas 100 LL flugvélaeldsneyti voru í hægri eldsneytisgeymi (mynd 64)
  - Um 14 lítrar (3.7 USG) af Avgas 100 LL flugvélaeldsneyti voru í vinstri eldsneytisgeymi (mynd 65)
- Eldsneytiskerfið var mengað með vatni:
  - Um 58 lítrar af vatni voru í hægri eldsneytisgeymi
  - Um 28 lítrar af vatni voru í vinstri eldsneytisgeymi

---

<sup>19</sup> Mælieiningin USG er u.þ.b. 3,78 lítrar

<sup>20</sup> 9,6 USG/klst á 75% afli, samkvæmt AMM viðbótarupplýsingum við STC SA703GL.

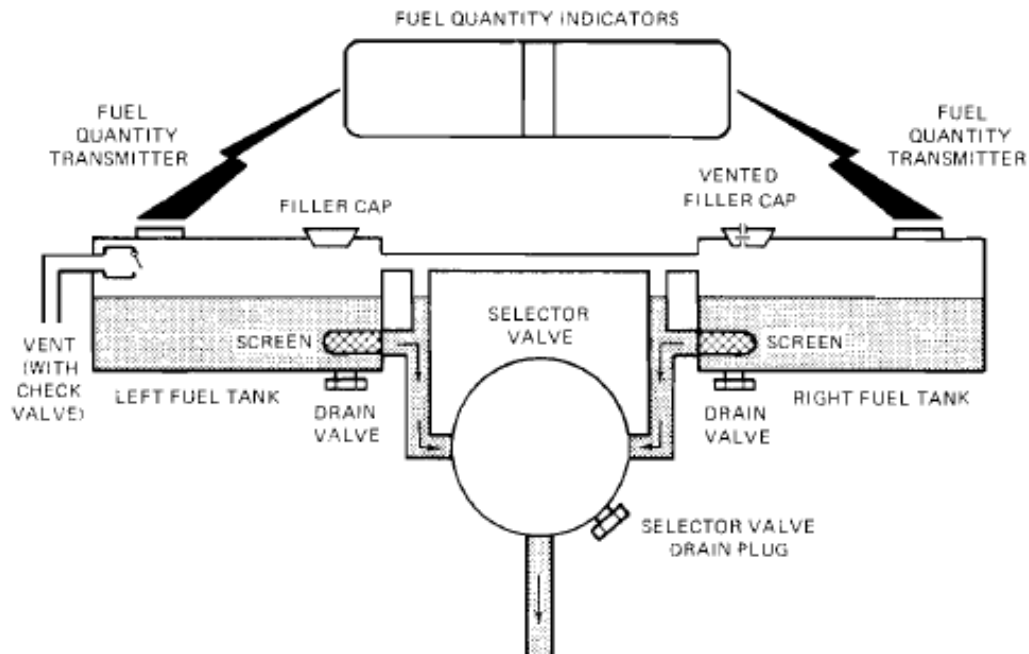


Mynd 64: Avgas 100 LL flugvélaeldsneyti (blátt) og vatn úr hægri eldsneytisgeymi.



Mynd 65: Avgas 100 LL flugvélaeldsneyti (blátt) og vatn úr vinstri eldsneytisgeymi.

RNSA telur að eldsneyti hafi lekið út um, og vatn inn um, öndunarop (vent with check valve) í vinstri eldsneytisgeymi eftir að flugvélin hafnaði í Þingvallavatni (mynd 66).



Mynd 66: Hluti eldsneytiskerfisins sem sýnir öndunarop í vinstri eldsneytisgeymi.

Talið er að um 40 lítrar af Avgas 100LL eldsneyti hafi lekið úr flugvélinni og í Þingvallavatn frá þeim tíma að flugvélin hafnaði vatninu þann 3. febrúar 2022 og þangað til að henni var náð á þurrt land þann 22. apríl 2022.

Mengunarvarnargirðingum var beitt þegar verið var að fjarlægja flugvélinna úr Þingvallavatni þann 22. apríl 2022, en það hafði ekki verið mögulegt fyrir fyrr, því að í upphafi var staðsetning flugvélarinnar í vatninu óþekkt og síðar vegna íss á yfirborði vatnsins.

RNSA telur að eldsneytið hafi ekki átt þátt í flugslysinu.

### 2.3.6. Rannsókn á hreyfli

Flugvél TF-ABB, var útbúin 180 hestafla Lycoming hreyfli af gerðinni O-360-A4M með raðnúmerið L-8327-36A.

RNSA fjarlægði olíuna úr hreyflinum eftir að búið var að ná flugvélinni úr Þingvallavatni. Um 5 lítrar af smurolíu náðust úr hreyflinum, en mikið vatn var einnig í smurolíunni sennilega vegna þess að flugvélin lá á botni Þingvallavatns í um tvo og hálfan mánuð. Talið er að um 6.6 lítrar (7 quarts) af smurolíu hafi verið á hreyflinum fyrir flugslysið. Því er líklegt að um 1,6 lítrar af smurolíu hafi lekið af hreyflinum í Þingvallavatn.

RNSA sendi hreyfilinn í niðurrifsskoðun (teardown inspection) hjá hreyflaframleiðandanum, Lycoming. Var stjórnandi rannsóknar hjá RNSA viðstaddur niðurrifsskoðunina. Ítarlegar upplýsingar um niðurrifsskoðunina má finna í Viðauka III. Við niðurrifsskoðunina fannst lítilsháttar slit (spalling) á knöstum og töppum á hreyfli TF-ABB. Slíkt slit veldur takmörkuðum, en jafnframt stöðugum, aflmissi. Því ætti gangurinn í hreyflinum að vera aðeins grófari en við besta ástand, en þetta veldur þó ekki bilun í hreyflinum.

Að sögn framleiðandans er slit (spalling) á knöstum (camshaft lobes) og töppum (tappets) algengt og er það ein af ástæðunum fyrir því að hann mælir með grannskoðun á hreyflum á 12 ára fresti eða 2000 flugtímum (hvort sem kemur fyrst).

Að sögn framleiðandans fannst ekkert sem komið gat í veg fyrir að hreyfillinn gæti snúist.

Niðurstaða framleiðandans var sú að það var ekkert að hreyflinum, en komið var að grannskoðun.

### **2.3.7. Viðhald á hreyfli**

Hreyfillinn hafði verið grannskoðaður/endurbýggður (overhauled/rebuild) af hreyflaframleiðandanum Lycoming í ágúst árið 2000 og var hann settur á TF-ABB í september árið 2000. Var þá heildartími flugvélarinnar 6785 klst og gangtími hreyfilsins 0 klst.

Reglulegt viðhald var framkvæmt á hreyflinum frá ísetningu í september 2000 og til október 2009, en þá var gangtími hreyfilsins orðinn 1266 klst. Engin gögn eru um viðhald á hreyflinum frá október 2009 og til júlí 2018 og benda gögnin til þess að flugvélinni hafi verið lagt á þessum tíma.

Reglulegt viðhald hófst svo aftur á hreyflinum í júlí 2018, þegar ársskoðun var framkvæmd á hreyflinum. Þá var gangtími hreyfilsins orðinn 1270,6 klst.

Í júlí 2019 var framkvæmd ársskoðun á hreyflinum þar sem staðfest var að hann væri í nothæfu ástandi til áframhaldandi notkunar<sup>21</sup>, þrátt fyrir að vera komin töluvert fram

---

<sup>21</sup> Engine is in satisfactory condition for continued service.

úr þeim tíma sem framleiðandinn mælti með fyrir næstu grannskoðun<sup>22</sup>. Á þessum tíma var gangtími hreyfilsins 1536 klst og tæp 19 ár voru liðin frá síðustu grannskoðun hans.

Hreyflaframleiðandinn mælir með grannskoðun á hreyflum á 12 ára fresti eða 2000 klst gangtímum, hvort sem kemur fyrir. Þetta er þó ekki skylda.

Síðasta viðhald sem framkvæmt var á hreyflinum var í september 2021, en þá var gangtími hreyfilsins orðinn 1979,2 klst.

Samkvæmt upplýsingum sem RNSA aflaði í tengslum við rannsóknina var umráðandi flugvélarinnar farinn að huga að grannskoðun á hreyflinum og hafði m.a. fengið tilboð í slíkt verk árið 2021.

Frá síðasta viðhaldi á hreyflinum í september 2021, hafði Tach mælir flugvélarinnar gengið 65,6 klst. Við flugslysið var gangtími hreyfilsins því orðinn 2044,8 klst.

---

<sup>22</sup> although it has reached the end of its normal manufactures recommended overhaul period.

## 2.4. Mannlegir þættir

Rannsóknin leiddi í ljós að mannlegir þættir (human factors) vorur líklega meðverkandi í slysinu. Voru þessi atriði dregin fram úr gögnum rannsóknarinnar og kortlögð samkvæmt HFACS<sup>23</sup> aðferðarfræðinni:

- Unsafe acts (áhættu hegðun)
- Preconditions for unsafe acts (forsendur fyrir áhættu hegðun)
- Unsafe supervision (óöruggt eftirlit)
- Organizational influence (skipulagsáhrif)

Eitt það sem hafði áhrif á rannsókn á mannlegu þáttunum var að RNSA gat ekki skorið úr um hvort til stóð að lenda á ísilögðu vatninu eða að fljúga í lítilli hæð yfir því.

Ef lenda átti á ísilögðu vatninu, þá telur RNSA að mögulega hafi verið að ræða einn eða fleiri af eftirfarandi mannlegum þáttum:

- Ákvörðunarvilla (decision error) vegna ofmats á þykkt íssins á vatninu
- Fyrirfram ákveðin sýn (plan continuation bias) þar sem aðstæður eru keimlíkar fyrri landingum flugmannsins á ís og ekki er tekið tillit til vísbendinga um annað
- Umhverfið (physical environment) þar sem aðstæður á vatninu virðast ekki hafa verið kannaðar fyrirfram
- Ofmat á eigin getu (adverse mental states) vegna fyrri reynslu

Ef fljúga átti í lítilli hæð yfir ísilögðu vatninu, þá telur RNSA að mögulega hafi verið að ræða einn eða fleiri af eftirfarandi mannlegum þáttum:

- Færnivilla (skill-based error) vegna óviljandi beitingu stjórn tækja
- Skynvilla (perceptual error) á hæð yfir vatninu
- Tæknilegt umhverfi (technological environment) vegna óviljandi aðgerðar þar sem persónulegur búnaður (myndavél) fannst hangandi á hægra stýri flugvélarinnar

---

<sup>23</sup> Human Factors Analysis and Classification System



Óháð því hvort fljúga átti lágflug eða lenda á ísilögðu vatninu, þá telur RNSA að mögulega hafi verið að ræða einn eða fleiri af eftirfarandi mannlegum þáttum:

- Óullnægjandi skipulagning (personal readiness) vegna flugsins
- Álag utan flugsins (personal readiness)
- Rekstrarumhverfi (organizational climate) flugvélarinnar
- Rekstrarferli (operational process) en fyrirtækið Volcano Air var ekki með flugrekstrarleyfi

Samkvæmt lögum um rannsókn samgönguslysa 18/2013, þá skal RNSA ekki skipta sök eða ábyrgð og því tekur RNSA hér ekki afstöðu til mannglegra þátta er tengjast mögulegum brotum (violations).

Ítarlegri útskýringar á ofangreindum atriðum mannglegra þátta er að finna í viðauka IV.

## **2.5. Möguleikar að komast af**

Allir fjórir, sem voru um borð í TF-ABB, létust í kjölfar slyssins.

Myndskeið úr öryggismyndavél (mynd 7) náðist af því þegar flugvélin hafnaði í vatninu, sem þó var tekið úr mikilli fjarlægð, og sá hluti upptökunnar sem sýndi flugslysið og aðdraganda þess var í hægra efra horni upptökunnar og mjög óskýrt. Myndskeiðið úr öryggismyndavélinni var tekið upp í 1920x1080 punkta upplausn. RNSA nýtti sérhæfðan hugbúnað til þess að auka gæði<sup>24</sup> upptökunnar upp í 3840x2160 (4K) upplausn og auk þess hluta upptökunnar upp í 8K upplausn.

Aðdráttur myndskeiðsins var einnig aukinn upp í 800% af svæðinu þar sem flugslysið varð og rýnt ítarlega. Þrátt fyrir þessa vinnslu á upptökunni reyndist erfitt að greina flugslysið og afleiðingar þess. Er það þó mat RNSA að samkvæmt myndagögnunum virðist flugvélin mara að hálfu leyti í kafi í um tvær mínútur áður en hún sekkur (sjá mynd 71 og 72).

---

<sup>24</sup> Upscaling using Topas Video AI v.3.1.9, progressive video enhancement with Proteus-Fine-Tune/Enhance AI model

RNSA reyndi að greina hvort að það sæist til þeirra sem voru um borð, en það reyndist ógerningur vegna takmarkaðra gæða upptökunnar, þrátt fyrir eftirvinnslna sem var unnin til að auka gæði hennar.

Á myndum 67 til 72 má sjá efni úr myndskeiðinu sem sýnir aðdraganda flugslyssins, flugslysið og afleiðingar þess, eftir að búið var að auka gæði upptökunnar.



**Mynd 67: Slyssvæðið 26 sekúndum fyrir flugslysið. Rammi úr upptöku öryggismyndavélarinnar.**



**Mynd 68:** Vatnsgusa myndaðist þegar neðri vélarhlíf TF-ABB skellur sennilega í gegnum ís. Rammi úr upptöku öryggismyndavélarinnar.



**Mynd 69:** TF-ABB ferðast áfram og rýfur slóð í ísinn (mynd 66 + 1 sekúnda). Rammi úr upptöku öryggismyndavélarinnar.



Mynd 70: TF-ABB ferðast áfram og rýfur enn frekari slóð í ísinn (mynd 66 + 2 sekúndur). Rammi úr upptöku öryggismyndavélarinnar.



Mynd 71: TF-ABB virðist hafa snúist til hægri og mara í hálfu kafi (mynd 66 + 50 sekúndur). Rammi úr upptöku öryggismyndavélarinnar.



Mynd 72: TF-ABB virðist sokkin (mynd 66 + 125 sekúndur). Rammi úr upptöku öryggismyndavélarinnar.

### 2.5.1. Fjarskipti

Flugvél TF-JEG var á lofti á sama tíma og flugvél TF-ABB, en báðar flugvélarnar höfðu tekið á loft frá Reykjavíkurlugvelli.

Flugvél TF-JEG var í kennsluflugi með flugkennara og flugnema og flaug fyrst í Austursvæði ofan Reykjavíkur og svo austur fyrir fjall. Á milli Hellisheiðarvirkjunar og Hveragerðis skipti flugkennarinn um borð í TF-JEG yfir á landsbylgju (118,1 MHz).

Þegar TF-JEG var yfir Kömbunum var engin að tala á bylgjunni (118,1 MHz), en nálægt Hveragerði heyrði hann einhvern á bylgjunni segjast vera að fara frá Selfossi og yfir Þingvallavatn, en heyrði ekki kallmerkið. Eftir á að hyggja telur flugkennarinn að þetta gæti hafa verið flugmaður TF-ABB, en flugkennari TF-JEG kannaðist við hann.

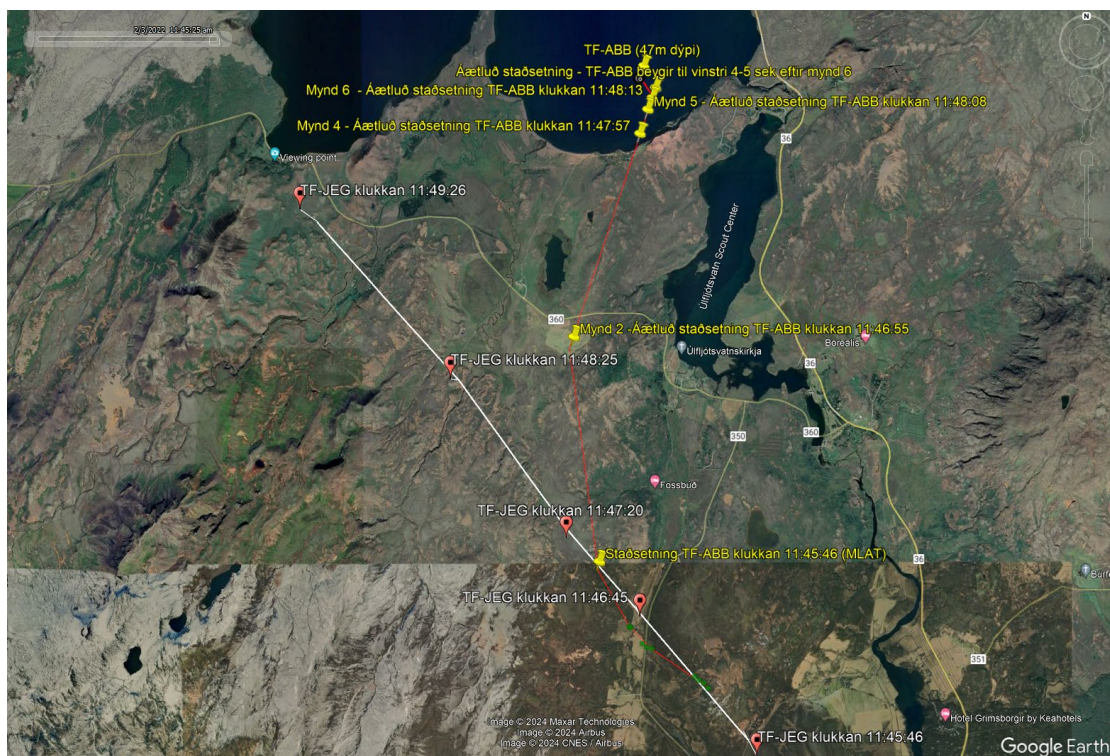
Flugkennari og flugnemi um borð í flugvél TF-JEG framkvæmdu nokkrar æfingar við flugvöllinn á Selfossi, en vegna ókyrrðar frá Ingólfsfjalli flugu þeir því næst austur fyrir

Ingólfsfjall og svo norður í átt að Þingvallavatni og Nesjavallavirkjun í 2500 fetum, á leið sinni tilbaka til Reykjavíkur.

Flugvél TF-JEG var útbúin tveimur talstöðvum af eldri gerð, sem gátu bara haft stillt á eina bylgju og ekki var því hægt að hafa hlustun á varabylgju í þessum tækjum. Önnur talstöðin var biluð (talin smita yfir á neyðarbylgjuna 121,5 MHz) og var því ekki notuð. Flugkennarinn og flugneminn voru með stillt á landsbylgjuna (118,1 MHz) í talstöðinni sem var í lagi. Því gátu flugkennari og flugnemi um borð í TF-JEG eingöngu heyrt í fjarskiptum á landsbylgjunni (118,1 MHz).

RNSA rýndi í flugferil TF-JEG, en hún sást á ratsjá þar sem að hún flaug í um 2500 feta hæð í átt að Þingvallavatni (hvítí ferilinn á mynd 73), og bar saman við áætlaðan flugferil TF-ABB (rauði ferilinn á mynd 73). Kom þá í ljós að TF-JEG var tæplega 2 sjómíllur fyrir aftan TF-ABB í fluginu að Þingvallavatni, en í mun meiri hæð (TF-ABB var líklega í um 400 fetum yfir Grímsnesi).

Að sögn flugkennara um borð í flugvél TF-JEG þá sáu þeir enga flugvél á leið sinni að Þingvallavatni, en hafa ber í huga að flugvél TF-ABB er hvít á lit og var að fljúga í mun lægri hæð en TF-JEG yfir hvíttri (snævi þakinni) jörð.



Mynd 73: Samanburður á flugferli TF-JEG og áætluðum flugferli TF-ABB.

Staðfesti flugkennari um borð í flugvél TF-JEG að hann hafi ekki heyrt nein fjarskipti frá flugvél TF-ABB þegar hann nálgast og flaug í nánd við Þingvallavatn.

Þegar flugslysið varð, þá var flugvél TF-JEG líklega stödd í um 2500 feta hæð í um 5 sjómílna fjarlægð suðvestan við Ölfusvatnsvík þar sem flugvél TF-ABB hafnaði í vatninu.

Þrátt fyrir að flugnemi og flugkennari um borð í flugvél TF-JEG hafi ekki heyrt nein fjarskipti á landsbylgjunni (118,1 MHz), þá telur RNSA nær óhugsandi miðað við staðsetningu beggja flugvéla og landsins þar á milli að þeir hefðu ekki heyrt í slíkum fjarskiptum.

Því telur RNSA ólíklegt að neyðarkall hafi verið sent frá flugvél TF-ABB á landsbylgjunni (118,1 MHz) og því líklega ekki neyðarástand í flugvél TF-ABB fyrir flugslysið.

### **2.5.2. Neyðarsendir**

Flugvél TF-ABB var útbúin 406 MHz neyðarsendi frá ACK Technologies, af gerðinni E04 af raðnúmerinu 017171. Síðast var skipt um rafhlöðu í neyðarsendinum þann 15. júlí 2021.

Engin boð bárust frá neyðarsendinum hvorki við né eftir slysið, en hann var virkur (armed) við flugslysið. RNSA telur að eftirfarandi skýringar geti verið á því af hverju engin boð bárust:

- Neyðarsendirinn hafi bilað
- Höggið við flugslysið hafi ekki verið nógu mikið til þess að kveikja á neyðarboðum neyðarsendisins
- Flugvél TF-ABB hafi sokkið hratt, en neyðarboð berast ekki frá neyðarsendi í vatni
  - 406 MHz neyðarsendar senda frá sér 400 ms púls á 50 sekúndna fresti og því mögulegt að flugvélin hafi sokkið áður en COSPAS-SARSAT gervitungl næmi boðin frá neyðarsendinum

Ekki reyndist unnt að prófa neyðarsendinn þar sem að hann reyndist ónýtur eftir að hafa legið í Þingvallavatni í um tvo og hálfan mánuð. RNSA taldi þó líklegt að neyðarsendirinn hafi virkað, þar sem að skipt var um rafhlöðu í honum þann 15. júlí 2021 og hann hafi þá einnig staðist prófun. Næstu skipti á rafhlöðu neyðarsendisins átti að framkvæma 10 árum síðar, eða fyrir 15. júlí 2028.

Þar sem að rannsókn RNSA benti til þess að um tvær mínútur hafi liðið eftir flugslysið áður en TF-ABB sökk í Þingvallavatn, þá telur RNSA sennilegast að höggið við flugslysið hafi ekki verið nógu mikið til þess að kveikja á neyðarsendinum.

### **2.5.3. Sætisbelti**

Út frá myndum sem teknar voru um borð í flugvél TF-ABB á fluginu sem sýna farþegana ekki í sætisbeltum, telur RNSA líklegast að farþegar í aftursætum hafi ekki verið í sætisbeltum þegar slysið átti sér stað.

Flugmaður og farþegi í framsæti notuðu sennilega ekki axlarólar sætisbelta, þar sem þær voru frágengnar ofan hurðanna. Einnig benti strekking mittisólar sætisbeltis í hægra framsæti til þess að það sætisbelti hafi ekki verið notað.

Samkvæmt gátlista fyrir akstur á jörðu (PRE TAXI / TAXI), þá átti að ganga úr skugga um að sætisbelti og axlarólar (Seat belts / Harness) væru notuð.

RNSA telur líklegt að áverkar á flugmanni og farþega í hægra framsæti hafi orðið þegar þeir skullu í stjórnborð flugvélarinnar þegar hún fór í gegnum ísinn á yfirborði Þingvallavatns.

### **2.5.4. Björgunarvesti**

Fjögur björgunarvesti voru inni í farþegarými flugvélarinnar. Pakkningar vestanna voru óopnaðar og höfðu þau ekki verið notuð. Að auki voru tvö björgunarvesti í farangurshólfi flugvélarinnar og voru pakkningarnar þeirra einnig óopnaðar.

Að sögn þeirra sem RNSA ræddi við, þá var flugmaðurinn vanur að halda kynningu (briefing) fyrir flug og kynna farþegum helstu öryggisatriði um borð. Þó er ljóst að hvorki flugmaðurinn né farþegarnir notuðu björgunarvestin í flugslysinu.



### 2.5.5. Rýming

Líklegt er að flugmaðurinn og farþegarnir hafi yfirgefið flugvélina áður en hún sökk til botns, þar sem að enginn var um borð í henni á botni Ölfusvatnsvíkur.

Þegar flugvélin fór í gegnum ísinn og hafnaði í Þingvallavatni, er hugsanlegt að vatn hafi fljótt verið komið upp að ytra byrði hurða. Flugvélin virðist samkvæmt rýndu og upplausnarbættu upptökunni (sem sjá má á myndum 67 til 72) líklega hafa marað að hálfu leyti í kafi í um tvær mínútur, eftir að hún hafnaði í vatninu, áður en hún sökk.

Báðar hurðirnar á flugvélinni voru lokaðar. Þær voru þó báðar ólæstar (not latched) að innanverðu, en það gæti gefið til kynna að reynt hafi verið að opna þær án árangurs. Því telur RNSA hugsanlegt að erfitt hafi verið að opna hurðirnar vegna vatnsþrýstings utan við þær.

RNSA telur því sennilegast að flugmaðurinn og farþegarnir hafi yfirgefið flugvélina út um gluggana. Það sem styður þetta er að gluggi í hurð við vinstra flugmannssæti og gluggi í hurð við hægra framsæti voru báðir ólæstir eftir slysið og lágu aftur á læsingunum (mynd 41). Á myndum teknum í fluginu, voru gluggarnir lokaðir, sem einnig styður að þessi útgönguleið hafi verið notuð. Að auki lágu heyrnartól utan við vinstri hurð flugvélarinnar á botni vatnsins (mynd 42) sem voru tengd með snúru inn í flugvélina í gegnum gluggann í vinstri hurð.

Ís sem myndast hafði í Ölfusvatnsvík virðist hafa verið mjög þunnur og stórar vakir á milli. Þetta má sjá ef myndir 3, 7, 44 og 67 til 72 eru rýndar ítarlega. Einnig sést á myndum 67 til 72, að þegar flugvélin fór í gegnum ísinn og hafnaði í vatninu, myndaðist löng vök í landingarstefnu flugvélarinnar og þar í kring. RNSA telur að flugslysið hafi orðið um klukkan 11:48 þegar vatnsgusa sást er flugvélin fór í gegnum ísinn, (mynd 68).

Myndefnið á myndum 67 til 72 er hins vegar í mikilli fjarlægð frá öryggismyndavélinni, ekki í fókus, og ógreinilegt. RNSA reyndist ekki mögulegt að greina á upptökunni úr öryggismyndavélinni hvort einhver þeirra sem um borð voru hafi reynt að komast upp á ísinn á vatninu, þrátt fyrir að RNSA hafi nýtt sérhæfðan hugbúnað til þess að auka gæði upptökunnar.

RNSA telur samkvæmt myndum 67 til 72, að TF-ABB hafi marað að hálfu leyti í kafi uns hún sökk um tveimur mínútum eftir að hún hafnaði í vatninu. Þá var klukkan líklega um 11:50. RNSA telur sennilegt að þá hafi farþegarnir og flugmaðurinn verið komnir út úr flugvélinni og ofan í vatnið.

Hitastig í Þingvallavatni, þar með talið í Ölfusvatnsvík sem var með þunnu ísskæni á yfirborðinu þegar slysið varð, var líklega mjög nálægt frostmarki.

Klukkan 11:51 var hringt nokkurra sekúnda símtal úr síma eins farþegans í Neyðarlínuna (112). Þetta er líklega stuttu eftir að flugvélin sökk. Ekki voru nein greinileg samskipti í símtalinu, að frátaldri svörun neyðarvarðar Neyðarlínunnar.

RNSA telur sennilegt að flugmaðurinn og farþegarnir hafi reynt að synda í land þar sem að lík þeirra fundust í talsverðri fjarlægð frá flugvélinni á botni vatnsins, sem og þeim stað þar sem að talið er að flugvélin hafi hafnað í vatninu.

Samkvæmt réttarmeinafræðingi sáust einkenni drukkunar í lungum þeirra allra, sem bendir til þess að þeir hafi ekki látist uppi á ísnum.

RNSA telur líklegt að farsímarnir hafi verið skildir eftir á ísnum. Það að farsímar þriggja þeirra voru tengdir við farsímakerfið mun lengur en tímasetning flugslysins, um klukkan 11:48, styður það. Einn farsíminn var tengdur við farsímakerfið til klukkan 13:18, annar til klukkan 13:51 og sá þriðji til klukkan 16:20, eða allt að um 4 klst og 32 mínútum eftir flugslysið.

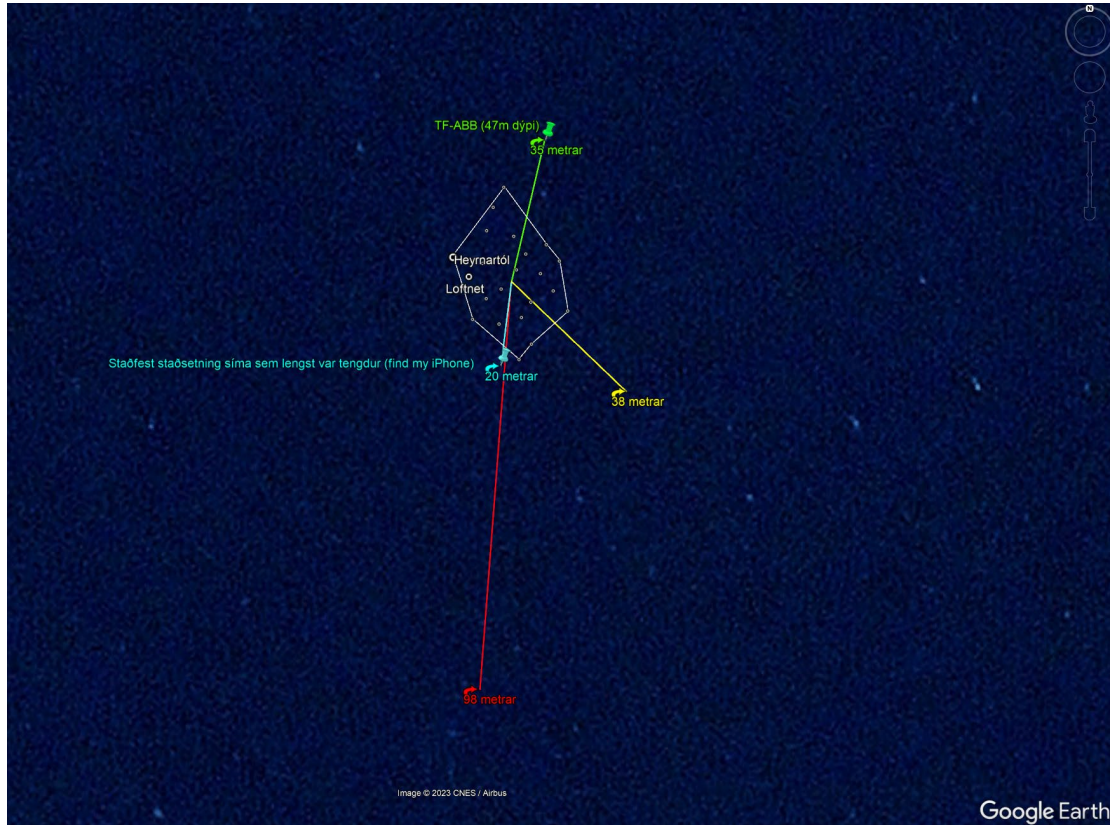
Eins og fram kemur í kafla 2.2.3, og sést á mynd 49, þá fundust loftnet, heyrnartól og mikill fjöldi hvítra málningaragna í sama lit og TF-ABB á svæðinu suður af flugvélinni á botni Ölfusvatnsvíkur. RNSA telur sennilegt að þessar málningaragnir séu af flugvélinni, en málning hafði skrapast af neðri vélarhlíf hennar og einnig af aðalhjólaleggjunum og snarkollunni, eins og sést á myndum 11 til 17.

RNSA telur einnig að staðsetning málningaragnanna, heyrnartólanna og loftnetsins gefi sennilega vísbendingu um hvar flugvélin hafnaði í vatninu. Dreifing málningaragna og staðsetning heyrnartóla og loftnetsins á botni Ölfusvatnsvíkur er sýnd í hvíta sexhyrningnum á mynd 74.

Á mynd 74 sjást einnig helstu fjarlægðir á vettvangi úti í Ölfusvatnsvík, en þær eru:

- Flugvélin var um 35 metra norðan við miðju dreifingar málningaragna, heyrnartóla og loftnetsins (sjá græna línu á mynd 74)
- Staðfest staðsetning símans sem lengst var tengdur farsímakerfinu var um 20 metra sunnan við miðju dreifingar málningaragnanna, heyrnartólanna og loftnetsins (sjá ljósbláa línu á mynd 74)
- Tveir hinna látnu fundust um 38 metra suðaustur af miðju dreifingar málningaragna, heyrnartóla og loftnetsins (sjá gula línu á mynd 74)
  - Þetta voru farþegi í hægra framsæti og farþegi í hægra aftursæti
- Tveir hinna látnu fundust um 98 metra suður af miðju dreifingar málningaragna, heyrnartóla og loftnetsins (sjá rauða línu á mynd 74).
  - Þetta voru flugmaðurinn og farþegi í vinstra aftursæti

RNSA setti einnig inn á mynd 74 staðfesta staðsetningu farsímans sem var lengst tengdur inni á farsímakerfinu, eða til klukkan 16:20. Staðfest staðsetning hans klukkan 16:13 sést á mynd 23 og notaði RNSA landslag í útjaðri Ölfusvatnsvíkur til þess að staðsetja hann. Athygli vekur að staðsetning símans á mynd 74 er við syðri rönd svæðisins sem málningaragnirnar, heyrnartólin og loftnetið mynda.



Mynd 74: Afstöðumynd á vettvangi úti í Ölfusvatnsvík.

Morguninn eftir slysið var ísinn á vatninu í Ölfusvatnsvík bráðnaður og telur RNSA að símarnir þrír hafi sokkið til botns, en þeir fundust ekki.

Fjórði síminn fannst nokkrum dögum eftir að flugvélin var flutt í rannsóknarskýli RNSA, en hann var skorðaður aftan við og undir einu hliðarstýrisfótstigi (rudder petal). Sá sími hafði ekki fundist þegar flugvélin var tæmd í vatninu af köfurum, né þegar hún var skoðuð á Þingvöllum eftir að hún kom upp á land. Í ljós kom að síminn var illa tærður og reyndist ekki mögulegt að meðhöndla hann á sama hátt og þau raftæki sem náðust úr flugvélinni í vatninu.

Þegar skoðuð er ætluð staðsetning flugslyssins áttu þeir einstaklingar sem tóku stefnuna til suðurs frá flugvélinni um 905 metra ófarna í land á þeirri stefnu (rauð lína á mynd 75), en þeir sem stefndu til suðausturs áttu um 760 metra eftir ófarna í land (gul lína á mynd 75).



Mynd 75: Fjarlægð í land var annarsvegar um 905 metrar frá TF-ABB til suðurs og hins vegar 760 metrar til suðausturs.

Með tilliti til fjarlægðarinnar, kuldans og íssins í Ölfusvatnsvík telur RNSA litlar líkur á að þeir hefðu getað náð landi.

### 2.5.6. Leit

Rétt fyrir klukkan 13:00 þann 3. febrúar 2022 var farið að grennslast eftir flugvélinni, því áætlaður landingartími í Reykjavík, 12:38, var liðinn. Í kjölfarið, klukkan 13:32, var Flugstjórnarmiðstöðin upplýst um hvarf flugvélarinnar og upplýsti hún stjórnstöð Landhelgisgæslu Ísland (JRCC). Í kjölfarið var Samhæfingarstöð Almannavarna virkjuð af stjórnstöð Landhelgisgæslu Íslands.

Vel gekk að virkja viðbragðsaðila og manna Samhæfingarstöðina með reynslumiklu fólki.

Í stjórnstöð Landhelgisgæslunnar (JRCC) eru til verklagsreglur um virkjun viðbragðsaðila og annara hugsanlegra björgunaraðila, sem og aðgerðir sem framkvæma þarf ef loftfari hlekkist á, ekki næst samband við það eða það týnist. Eru þær m.a. byggðar á verklagsreglum og kröfum Alþjóðaflugmálastofnunarinnar (ICAO).

Hins vegar leiddi rannsókn RNSA í ljós að ekki er til viðbragðsáætlun í Samhæfingarstöðinni um leit að týndu loftfari, en ofangreind viðbragðsáætlun stjórnstöðvar Landhelgisgæslunnar er ekki þekkt af öðrum viðbragðsaðilum sem einnig manna Samhæfingarstöðina.

Samkvæmt verklagi, óskaði stjórnstöð Landhelgisgæslunnar eftir gögnum úr frumratsjá úr loftrýmiseftirlitskerfinu, sem rekið er af Landhelgisgæslunni á Keflavíkurflugvelli í samstarfi við Atlantshafsbandalagið (NATO). Frumratsjargögnin voru send til stjórnstöðvar Landhelgisgæslunnar en þar varð misskilningur um form gagnanna. Gögnin voru því umreiknuð áður en þau voru áframsend til Samhæfingarstöðvarinnar.

Klukkan 13:52 bárust Samhæfingarstöðinni umreiknuðu hnitin úr frumratsjánni frá stjórnstöð Landhelgisgæslu Íslands, en þau gáfu til kynnastaðsetningu í Heiðmörk (mynd 76). Fljótlega varð þó ljóst að þessi staðsetning passaði ekki við aðrar vísbendingar sem Samhæfingarstöðinni bárust.

Klukkan 14:23 bárust upprunalegu frumratsjargögnin til Samhæfingarstöðvarinnar. Kom þá í ljós að síðasta þekkta staðsetning TF-ABB samkvæmt frumratsjánni var klukkan 10:51:21 við suðurhluta Skarðsmýrarfjalls, suður af Hengli, tæpa 4 km austur

af stöðvarhúsi ON við Hellsheiðavirkjun (mynd 76). Eftir þetta sást TF-ABB ekki á frumratsjá.



**Mynd 76: Samanburður á staðsetningu í Heiðmörk, við suðurhluta Hengils og raunveruleg staðsetning í Ölfusvatnsvík.**

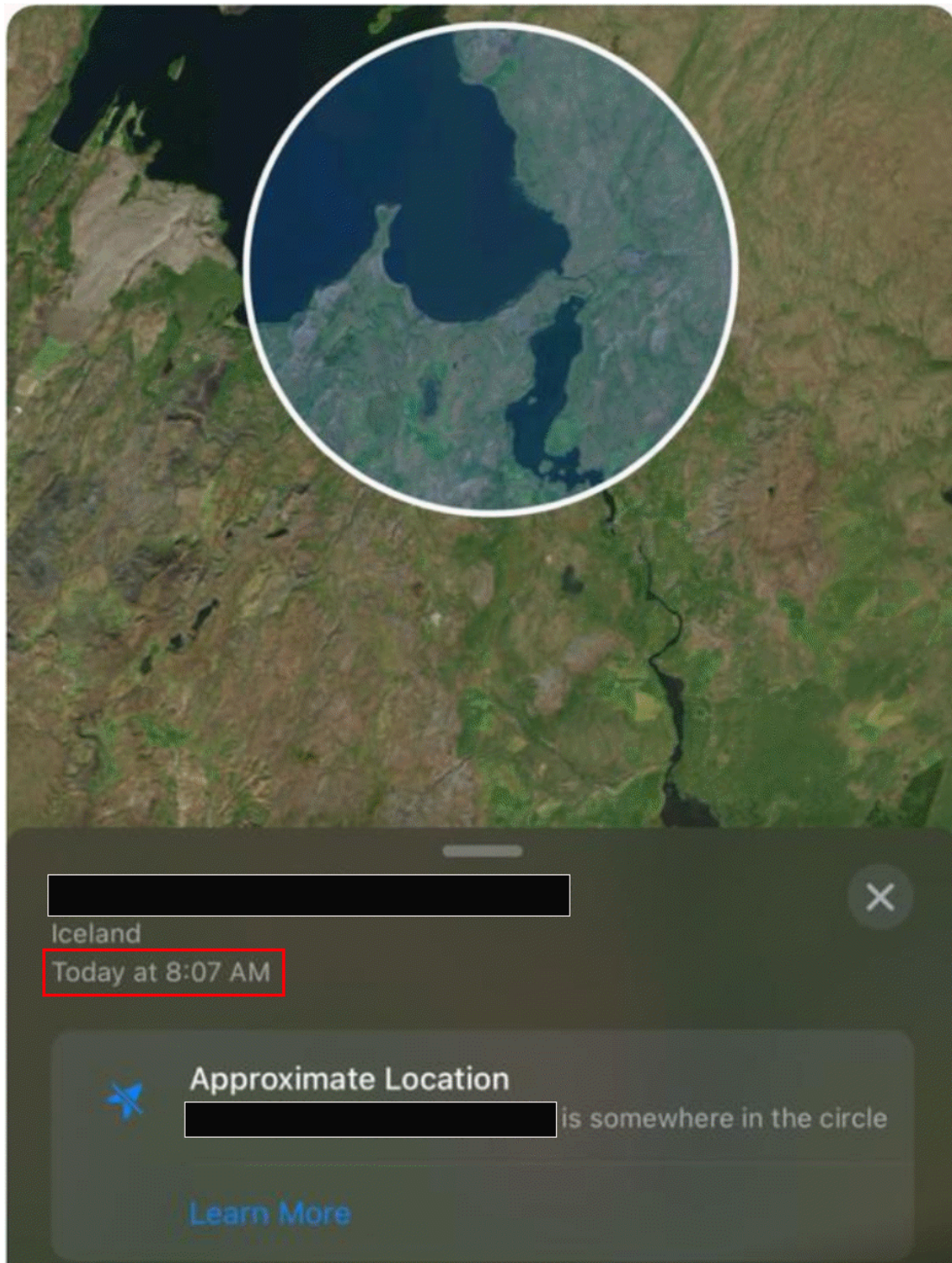
Á mynd 77 sést ferill TF-ABB eins og hann var samkvæmt frumratsjörgögnunum, en samkvæmt þeim flýgur flugvélin aldrei nálægt fyrstu uppgefnu staðsetningunni, í Heiðmörk.



**Mynd 77: Ferill TF-ABB eins og hann var samkvæmt frumratsjá.**

Klukkan 17:51 barst Samhæfingarstöðinni mynd sem sýndi áætlaða staðsetningu síma eins farþegans í TF-ABB í Ölfusvatnsvík og var hún merkt klukkan 08:07 AM (mynd 78).

Samkvæmt aðgerðagrunni Samhæfingarstöðvar kom fram að staðsetningunni var deilt á síma erlendis. Virðist sem að í upphafi hafi ekki verið vitað á hvaða tímabelti síminn sem framkvæmdi rakninguna var staðsettur. Samkvæmt upplýsingum í aðgerðagrunninum kom fram að verið væri að kanna með tímamismun til Bandaríkjanna, en þó fannst engin frekari færsla í aðgerðagrunninum um hverju sú eftirgrennslan skilaði.



Mynd 78: Áætluð staðsetning á síma eins farþega TF-ABB eftir rakningu um smáforrit merkt klukkan 08:07.

Við rannsókn RNSA kom í ljós að fyrir ofan og neðan myndina í aðgerðagrunni Samhæfingarstöðvarinnar voru einnig samskipti sem send voru á Samhæfingarstöðina á sama tíma og myndin (mynd 78). Gáfu þessi samskipti til kynna að myndin af staðsetningunni hafi verið tekin um einni klukkustund fyrir klukkan 17:24, sem er þá um klukkan 16:24 að íslenskum tíma.



RNSA ræddi við vitni sem hafði einnig fengið þessa mynd með staðsetningu síma eins farþegans senda til sín klukkan 17:35. Var vitninu tjáð að sá sem tók myndina með staðsetningunni væri staðsettur á vesturströnd Bandaríkjanna. Því væri 8 klst tímamismunur og 08:07 á vesturströnd Bandaríkjanna væri klukkan 16:07 að íslenskum tíma. Að sögn vitnisins var þessum upplýsingum um staðsetningu símans og tímamismuninn samstundis komið til lögreglu, sem kom þeim áfram til aðgerðarstjórnar. Var myndin ekki nefnd sem sterk vísbending fyrr en á stöðufundi klukkan 20:30.

Frumgögn sem geta skipt máli í tengslum við leit þurfa að berast hratt og örugglega til Samhæfingarstöðvar (eða þeirrar aðgerðastjórnar sem stjórnar leit). Er þetta mikilvægt þó að verið sé að safna upplýsingunum og hugsanlega vinna með þær einnig annars staðar í öðrum tilgangi. Í þessu samhengi hefur Samhæfingarstöð bent á mikilvægi miðlægrar gagnaöflunar (single source data bank) og greiningar hjá Samhæfingarstöð við leit og björgun. Að sama skapi þarf einnig að vera starfsfólk í Samhæfingarstöðunni sem vinnur hratt og örugglega úr gögnunum.

Þrátt fyrir að myndin af áætlaðri staðsetningu símans klukkan 16:07 hafi ekki fengið stöðu sterkrar vísbendingar í upphafi, þá virðist það ekki hafa skipt máli varðandi tilhögun leitarinnar. Því klukkan 17:51 var lögregla send að inntaksvirki Steingrímsstöðvar í Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni til þess að kanna upplýsingar er bárust frá rakningu á síma farþegans.

RNSA telur að skráning í aðgerðagrunni hafi ekki verið nægilega skilvirk og gögn notuð utan aðgerðagrunns. Æskilegt er að með skráningu gagna í aðgerðagrunn sé lýsing á þeirri greiningarvinnu sem farið hafi fram á gögnunum. Sem dæmi er mynd 21 (sem og mynd 78), sem sýndi áætlaða staðsetningu farsíma eins farþegans klukkan 16:07 þann 3. febrúar 2022. Í þessu tilfelli hefði hjálpað greiningaraðilum sem rýna gögnin ef skráning hefði átt sér stað um hvernig var komist að því að rétt tímasetning var klukkan 16:07, en ekki klukkan 08:07 eins og stendur á myndinni og frá hverjum upplýsingarnar væru. Skýr og miðlæg skráning gagna er því mikilvæg.

Vísbending um áætlaða staðsetningu flugvélarinnar samkvæmt „Find My iPhone“ var ein af mörgum vísbendingum sem stjórnendum leitarinnar bárust og var hún skráð og vægi hennar metið í samhengi við aðrar vísbendingar sem einnig bárust. Mikil reynsla var í hópi stjórnenda leitarinnar, þar með talið í tæknilegum rekstri farsímakerfa.

Var ákveðið að styðjast við rakningu síma í gegnum farsímamöstur, þar sem „Find My iPhone“ myndin gaf upp áætlaða staðsetningu sem gaf til kynna nokkuð stóran óvissuhring. Einnig hafði það talsverð áhrif á þá ákvörðun að dæmi hafa komið upp við leitir hér á Íslandi þar sem raunveruleg staðsetning hefur reynst alllangt frá þeirri staðsetningu sem upphaflega var gefin út frá gervihnattamerki, jafnvel allt að tug kílómetra.

RNSA telur að auki ástæða þess sé að talsvert lengri og meiri reynsla er af rakningu í gegnum farsímamöstur á Íslandi. RNSA telur ekkert athugavert við notkun rakninga með farsímamöstrum, en bendir á að slík rakning mun í besta falli gefa upp svæði til rakninga á milli turnanna, sem er þá einnig hugsanlega takmarkað af því hvort að farsímamöstrin hafi farsímasenda sem senda merki í ákveðnar áttir eða ekki. Getur því svæðið til leitar einnig reynst nokkuð stórt.

Rakning í gegnum farsíma með smáforriti eins og „Find My iPhone“ byggja hins vegar á því að notast er við staðsetningu sem síminn sjálfur er að gefa upp samkvæmt staðsetningu sinni út frá gervihnöttum. Slík staðsetning getur reynst afar nákvæm í nýlegum farsímum, svo fremur sem þeir séu í góðu (GPS) sambandi við staðsetningar-gervihnetti, eins og virðist hafa verið í þessu ákveðna tilfelli, ef myndir 21, 23, og 74 eru rýndar.

Ljóst er að þrátt fyrir takmarkanir sem nefndar hafa verið hér að ofan við notkun á gervihnattastaðsetningum, eins og með „Find My iPhone“ hér að ofan þá er ekki hægt að líta fram hjá því að staðfest staðsetning farsímans á mynd 23 og á mynd 74 reyndist einungis um 20 metrum frá þeim stað þar sem talið er að flugvélin hafi hafnað í vatninu. RNSA telur því mikinn ávinning geta orðið af því ef að starfsfólk Samhæfingarstöðvar og aðrir viðbragðsaðilar kynni sér þessa tækni ítarlega.

Farsímar flugmanns og farþega voru tengdir farsímakerfinu í talsverðan tíma eftir að leitin hófst, eða allt til 16:20 þann 3. febrúar 2022. Hins vegar, þegar símar eru komnir stutt undir yfirborð vatns, þá berast ekki lengur merki frá þeim til farsímamastrana þar í kring. RNSA telur að þetta geti verið ein af skýringunum á því af hverju ekki var lögð meiri áhersla á leit í Ölfusvatnsvík í upphafi og hafi hugsanlega orðið til þess að viðbragðsaðilar fóru að draga í efa áreiðanleika farsímagagnanna. Að sögn aðila úr Samhæfingarstöðinni, veltu þeir því fyrir sér hvort að villur væru í forritun á hugbúnaði farsímakerfisins, eða vitlaust kóðaðar tengingar, sem yllu því að símarnir skráðust ranglega sem þeir væru tengdir farsímakerfinu þegar hringt var í þá. Ástæðan fyrir

Þessum vangaveltum var að farsímafyrirtækið sagði einn símann vera tengdan farsímakerfinu til 16:20, sem var löngu eftir að leit hófst á svæðinu án þess að nokkuð myndist. RNSA fundaði því með fjarskiptafyrirtækinu sem sá um rekstur á sendum farsímamastranna sem farsímarnir tengdust. Að sögn tæknimanna fjarskiptafyrirtækisins töldu þeir öruggt að farsímarnir voru tengdir sendum farsímamastranna til þeirra tíma sem upp voru gefnir, eða allt til klukkan 16:20 í tilfalli þess síma sem lengst var tengdur kerfinu.

Hafa þarf þó í huga að jörð var snævi þakin og flugvélin hvít á lit, auk þess sem nokkrar vísbendingar sem stjórnendum leitarinnar bárust gáfu til kynna að flugvélin gæti hafa brotlent á landi. Ekki var því hægt að útiloka að flugvélin hefði lent á landi. Leitað var bæði á Þingvallavatni og Úlfjótavatni með drónum og þrylum fyrsta daginn, auk þess sem gengið var meðfram vötnunum og leitað meðfram árbökkum. Takmarkanir voru hins vegar á því hversu mikið hægt var að leita í vatninu í Ölfusvatnsvík fyrsta daginn vegna íssins sem var á vatninu. Það var hins vegar gert strax morguninn eftir, þann 4. febrúar, þegar ísinn hafði hopað.

Einn björgunarsveitarmaður slasaðist alvarlega þegar hann ók á vélsleða ofan af snjóhengju við leitina. Talið er að miklu máli hafi skipt að ekki fór verr, að þryla LHG var staðsett nálægt þeim slyssað gat flutt björgunarsveitamaðmanninn fljótt og örugglega á spítala.

### **2.5.7. Björgun**

Hringt var úr síma eins farþegans og í Neyðarlínuna klukkan 11:51:21. Við rannsóknina kom í ljós að símstöð Neyðarlínunnar setti símtalið í bið í 13 sekúndur, en þá var símtalið áframsent á neyðarvörð, sem svaraði því klukkan 11:51:35. Var upptakan af samtalinu við neyðarvörð Neyðarlínunnar um 8 sekúndna löng og var símtalinu slitið klukkan 11:51:44. Ástæða þess hvers vegna kerfi Neyðarlínunnar setti símtalið á bið var að á þessum tímapunkti voru allir neyðarverðir uppteknir við önnur símtöl og því fara símtöl sjálfkrafa í bið, í þessu tilfalli í 13 sekúndur. Rétt er að taka fram að áður en símtali er svarað af neyðarverði liggur ekki fyrir nein vitneskja um eðli eða alvarleika atvika, þ.e. það fer ekki fram nein forgreining áður en neyðarvörður svarar símtalinu.

RNSA telur að símtalið við Neyðarlínuna hafi líklega verið stuttu eftir að flugvélin sökk. Ekki voru nein greinileg samskipti í símtalinu, önnur en svörun neyðarvarðar Neyðarlínunnar.

Ekki var eftirfylgni af hálfu Neyðarlínunnar vegna símtalsins og lokaðist málið sjálfkrafa í kerfi Neyðarlínunnar klukkan 15:01:53.

Neyðarlínan er ekki með formlegt verklag um að hringja til baka (call back policy) í tilfalli slitinna símtala eða þegar engin greinileg samskipti heyrast. Í sumum slíkum tilfellum er símtölunum þó fylgt eftir ef annað slíkt símtal berst, staðsetning berst eða ef símtalið uppfyllir önnur óformleg viðmið Neyðarlínunnar (sem ekki verða rakin hér). Við rannsókn RNSA kom í ljós að ástæða fyrir þessu er að mikill fjöldi slitinna símtala berast Neyðarlínunni á degi hverjum. Samkvæmt Neyðarlínunni þá voru innhringingar sem ekki urðu að samtölum tæplega 21.000 talsins árið 2023, þar af voru slíkar innhringingar sem vöruðu í 7-8 sekúndur rúmlega 3200 talsins. Neyðarlínan telur sig ekki hafa næga starfsmenn til þess að fylgja þessu eftir, enda myndi eftirfylgni slíkra símtala kalla á allt annað umfang í starfsemi Neyðarlínunnar en nú er.

Neyðarlínan hefur ekki breytt verklagi sínu í kjölfar þessa símtals og nú berast Neyðarlínunni einnig sjálfkrafa símtöl vegna árekstrarskynjunnar (crash detection) frá iPhone símunum.

RNSA telur þó að sennilega hafi verið ómögulegt að bjarga lífum flugmannsins og farþega flugvélarinnar þrátt fyrir að símtalinu til Neyðarlínunnar hefði verið fylgt eftir, miðað við aðstæður við Þingvallavatn og þá staðreynd að ísinn á vatninu gaf sig undan þunga flugvélarinnar. Skiptir þar kuldi Þingvallavatns mestu.

Ljóst var að huga þurfti að rannsóknarhagsmunum við björgunina, bæði varðandi rannsókn Rannsóknarnefndar samgönguslysa sem og rannsókn lögreglu<sup>25</sup>. Einnig var ljóst að vegna aðstæðna (dýpisins og kuldans í vatninu) væri nauðsynlegt að séraðgerðasvið Landhelgisgæslunnar kæmi að björguninni. Því var skipulagt fimm manna teymi frá Lögreglustjóranum á Suðurlandi, köfunarhópi sérsveitar Ríkislögreglustjóra, Rannsóknarnefnd samgönguslysa og séraðgerðasviði Landhelgisgæslu Íslands sem sá um að skipuleggja björgunar- og rannsóknaraðgerðir í vatninu. Teymið kallaði sér svo til aðstoðar stoðdeildir, systurstofnanir, aðra viðbragðsaðila og verktaka eftir þörfum.

---

<sup>25</sup> Bæði Rannsóknarnefnd samgönguslysa og lögregla hafa rannsóknarskyldur í kjölfar flugslyss, en eðli/áhersla/tilgangur þessara rannsókna er ólíkur og eru þær óháðar hvor annarri.

Tekin var ákvörðun um að reyna að sækja hina látnu með hópi kafara frá séraðgerðasviði Landhelgisgæslu Íslands og sérsveit Ríkislögreglustjóra á þremur bátum síðla dags þann 6. febrúar. Veður var hins vegar tekið að versna og varð því að hætta við þá aðgerð. Ljóst var að meiri undirbúning og sérhæfðan tækjabúnað þyrfti til.

Hófst þá undirbúningur við að sækja þá látnu sem og flugvél TF-ABB, sem tók nokkra daga vegna þess sérhæfða tækjabúnaðar og sérfræðinga sem kalla þyrfti til, auk þess sem ekki voru hagstæð veðurskilyrði til aðgerða fram að því. Ljóst var að umfang aðgerða yrði mikið og þann 8. febrúar var fjölgað í teyminu sem stjórnaði aðgerðunum úr fimm í níu manns.

Köfunarformaður aðgerðanna var tilnefndur af séraðgerðasviði Landhelgisgæslu Íslands. Djúpköfunaraðgerðir voru á hendi þess sviðs Landhelgisgæslu Íslands, en köfunaraðgerðir á minna dýpi, aðgerðir við móttöku hina látnu og varðveislu rannsóknargagna, voru á hendi köfunarhóps sérsveitar Ríkislögreglustjóra. Til aðstoðar báðum þessum hópum, sem og til að gæta að öryggisstjórn á vettvangi, var kafari frá Slökkviliði höfuðborgarsvæðisins skipaður öryggisstjóri aðgerðanna. Síðar þegar aðgerðirnar voru rýndar eftir að þeim lauk, var sérstaklega bent á hversu mikilvægt það var að þessir þrír hópar kafara þekktust vel. Þeir höfðu allir unnið saman í köfunarverkefnum og fengið sömu atvinnuköfunarþjálfun. Að auki komu köfunarverktakar að aðgerðunum, bæði með mannafla og búnað. Þekking, lausnarmiðuð hugsun og búnaður verktaka, áttu stóran þá í hversu vel aðgerðirnar tókust.

Aðgerðin að sækja lík þeirra sem um borð voru upp úr Þingvallavatni þann 10. febrúar 2022, sem og aðgerðin að sækja flugvélin af botni Þingvallavatns þann 22. apríl 2022, voru með flóknari björgunaraðgerðum sem farið hafði verið í á Íslandi. Var það vegna þess dýpis sem flugvélin og líkin voru á, kuldans í vatninu og veðuraðstæðna.

Nauðsynlegt er að þessar aðgerðir séu rýndar vel til þess að læra af því sem vel fór sem og til þess að draga lærdóm af því sem betur mátti fara í aðgerðunum. Slík rýni hefur meðal annars farið fram hjá viðbragðsaðilum á rýnifundi sem skipulagður var af Landhelgisgæslu Íslands og haldinn í gegnum Teams fjarfundarbúnað þann 10. mars 2022, á rýnifundi sem skipulagður var af sérsveit Ríkislögreglustjóra og haldinn þann 2. september 2022, sem og á ráðstefnu Landsbjargar, Björgun 2022, þann 21. október 2022.

### 3. NIÐURSTAÐA

#### Verklag við rekstur

- Flugmaðurinn skráði flugtíma sína í rafræna flugdagbók (Smart logbook), sem hvorki RNSA né aðstandendur hafa aðgang að
- Að sögn fyrirtækisins sem rekur Smart logbook þá hafi flugmaðurinn ekki samstillt (synchronized) flug sín frá 22. júlí 2020 og voru þau því eingöngu vistuð á síma hans
- Því er skrásetning flugtíma flugmannsins fram til 10. maí 2021 byggð á afritum sem til voru hjá Samgöngustofu og flugtímar eftir þá dagsetningu eru byggðir á gögnum er tilheyra flugvél TF-ABB
- Ef flugmaðurinn hefur flogið öðrum flugvélum eftir 10. maí 2021, þá tekur flugtímaskráningin ekki tillit til þess
- Einn farþeganna hafði samband við flugmanninn á samfélagsmiðli tveimur dögum fyrir flugið og óskaði eftir fluginu
- Eigandi og umráðandi flugvélar TF-ABB var félagið Volcano Air ehf
- Volcano Air ehf var ekki með skráð flugrekstrarleyfi og hafði því ekki heimild til þess að fljúga með farþega gegn gjaldi
- Frá kröfunni um flugrekstrarleyfi til þess að flytja farþega gegn gjaldi eru þrjár undantekningar, flugkennsla, skipting kostnaðar og kynningarflug
- Við rannsóknina fannst ekki samkomulag á milli Volcano Air ehf og farþeganna, eða önnur gögn, sem gáfu til kynna að tilhögun flugsins yrði flugkennsla, skipting kosnaðar eða kynningarflug
- Flugöryggisstofnun Evrópu (EASA) hefur gefið út skipulagskrá (Charter) til þess að stuðla að auknu öryggi í einkaflugi (General Aviation) á litlum flugvélum
- Í skipulagsskránni er meðal annars farið yfir skuldbindingu flugmanna gagnvart skiptingu kostnaðar (cost sharing) vegna flugs

#### Flugið

- Tilgangur flugsins var að útbúa svokallað raunveruleikaefni (authentic content)
- Flugmaður flugvélar TF-ABB tók á loft klukkan 10:38 frá Reykjavíkflugvelli þann 3. febrúar 2022, með flugmann og þrjá farþega
- Flugáætlunin gerði ráð fyrir tveggja klst flugi um Suðurland og landingu að því loknu á Reykjavíkflugvelli
- Flugþol flugvélarinnar við flugtak var fjórar klst

- Flogið var frá Reykjavíkurlugvelli, yfir Hellisheiði, meðfram suðurströndinni að Þjórásárum, til norðvesturs yfir Grímsnes og svo í átt að Þingvallavatni
- Samkvæmt hljóði úr myndskaiði sem tekið var um borð í flugvélinni þegar hún kom inn að Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni, virtist hreyfillinn starfa eðlilega og það heyrir þegar afluð minnkar á hreyflinum
- Flugvélin lækkaði niður að Þingvallavatni
- Þingvallavatn var ísilagt að hluta til
- Á Þingvöllum, klukkan 12:00 þann 3. febrúar 2022, var léttskýjað, 8 stiga frost og daggarmark  $-11^{\circ}\text{C}$
- Hætta á minniháttar blöndungsísingu, í farflugi eða við minnkað afl í lækkun flugs, var miðað við 8 stiga frost og  $-11^{\circ}\text{C}$  daggarmark
- Flugíð virðist hafa verið lækkað án þess að ástand flugvélarinnar krefðist þess
- Hjól flugvélarinnar snertu ísinn
- Hjól flugvélarinnar fóru í gegnum ísinn
- RNSA telur að flugvélin hafi farið í gegnum ísinn þar sem að þunnur ísinn bar ekki þunga hennar
- RNSA telur að flugslysið hafi orðið um klukkan 11:48

### Flugvélin

- Blöndungshitari (CARB HEAT) var stilltur á (ON) og telur RNSA ólíklegt að blöndungsísing hafi orðið, ef hann var á áður en flugið var lækkað niður að vatninu
- Eldsneytisblandan var stillt á fulla blöndu (MIXTURE – FULL RICH)
- Eldsneytiskerfið var stillt á báða eldsneytisgeyma (FUEL SELECTOR – CHECK/SWITCH/BOTH)
- Vængbörð voru að fullu niðri ( $30^{\circ}$ )
- Slökkt var á höfuðrofa og einnig á kveikjulykli (MASTER & MAGS – OFF).
- Staða höfuðrofa og kveikjulykils gefur til kynna að flugmaðurinn hafi farið yfir hluta neyðarviðbragða, en ekki er þó hægt að segja til um hvort það hafi verið gert fyrir eða eftir að flugvélin hafnaði í vatninu
- Flugvélin var nálægt efri þyngdarmörkum, en þó innan marka við flugslysið
- Eftir flugslysið fannst flugvélin með dregið af aflinu og líklega var snúningshraðiinn 2000-2100 RPM sem samsvarar 45-50% af fullu aflu hreyfilsins
- Loftskrúfan var nánast óskemmd, með tvær grunnar rispúr við rætur blaðanna á bakhlið skrúfunnar

- Út frá ástandi loftskrúfunnar er talið sennilegt að lítið afl hafi verið á hreyflinum þegar loftskrúfan fór í ísinn og/eða vatnið
- Nægt eldsneyti var á flugvélinni
- Hreyfill TF-ABB var kominn fram yfir þann tíma sem framleiðandinn mælir með fyrir grannskoðun hans, en taldi þó að það ætti ekki að hafa áhrif á gang hreyfilsins
- Ekkert óeðlilegt fannst að hreyflinum í niðurrifsskoðun sem skýrt gæti flugslysið
- Viðhald flugvélarinnar var samkvæmt viðhaldsáætlun
- Frá síðasta viðhaldi á hreyflinum í september 2021, hafði Tach mælir flugvélarinnar gengið 65,6 klst
- Ekkert fannst að flugvélinni sem skýrt getur tildrög flugslyssins
- RNSA telur líklegast að afl hafi verið dregið af hreyflinum, þegar flugvélin kom inn að Ölfusvatnsvík í Þingvallavatni og flugmaðurinn hafi lækkaði flugið niður að Þingvallavatni

### **Mannlegir þættir**

- RNSA getur ekki skorið úr um hvort til stóð að lenda á ísilögðu vatninu eða fljúga í lítilli hæð yfir því
- Ef lenda átti á íslilögðu vatninu þá telur RNSA mannlega þætti mögulega snúa að ákvörðunarvillu, fyrirfram ákveðinni sýn, umhverfinu og/eða ofmat á eigin getu
- Ef fljúga átti í lítilli hæð yfir íslilögðu vatninu þá telur RNSA mannlega þætti mögulega snúa að færnivillu, skynvillu og/eða tæknilegu umhverfi
- Óháð því hvort lenda átti á ísilögðu vatninu eða fljúga í lítilli hæð yfir því, þá telur RNSA mannlega þætti mögulega snúa að ófullnægjandi skipulagningu, álags utan flugsins, rekstrarumhverfi og/eða rekstrarferli
- Samkvæmt lögum um rannsókn samgönguslysa 18/2013, þá skal RNSA ekki skipta sök eða ábyrgð og því tekur RNSA hér ekki afstöðu til manlegra þátta er tengjast mögulegum brotum (violations)

### **Möguleikar að komast af**

- Löng vök myndaðist í brotlendingarstefnu flugvélarinnar frá þeim stað þar sem að hún virðist hafa farið fyrst í gegnum ísinn og að þeim stað þar sem að hún sökk, sem og þar í kring
- Myndskeið úr öryggismyndavél náðist af því þegar flugvélin hafnaði í vatninu, en það var tekið úr mikilli fjarlægð



- RNSA nýtti sérhæfðan hugbúnað til þess að auka gæði upptökunnar úr öryggismyndavélinni og telur að flugvélin hafi sokkið um tveimur mínútum eftir að hún hafnaði í vatninu
- Flugmaður annarrar flugvélar (TF-JEG) telur sig hafa heyrt í flugmanni TF-ABB tilkynna sig á landsbylgjunni (118,1 MHz) á flugi frá Selfossi þar sem að hann sagðist ætla að fljúga yfir Þingvallavatn
- RNSA telur ólíklegt að neyðarkall hafi verið sent frá flugvél TF-ABB á landsbylgjunni (118,1 MHz), þar sem að flugvél TF-JEG var með hlustun á þeirri bylgju og staðsett í um 2500 feta hæð í um 5 sjómílna fjarlægð suðvestan við Ölfusvatnsvík klukkan 11:48, þegar TF-ABB hafnaði í vatninu
- Telur RNSA ólíklegt að neyðarástand hafi verið í flugvél TF-ABB fyrir flugslysið
- Engin boð bárust frá neyðarsendi TF-ABB hvorki við né eftir slysið, en hann var virkur (armed) við flugslysið
- RNSA telur að neyðarsendir hafi ekki farið í gang, sennilega vegna þess að höggið var ekki nógu mikið til þess að kveikja á honum
- Farþegar flugvélarinnar virðast ekki hafa verið í sætisbeltum
- Samkvæmt gátlista fyrir akstur á jörðu (PRE TAXI / TAXI), þá átti að ganga úr skugga um að sætisbelti og axlarólar (Seat belts / Harness) væru notuð
- Flugmaðurinn notaði ekki axlarbelti, en ekki er hægt að skera úr um hvort að hann hafi verið í mittisbeltinu
- RNSA telur líklegt að áverkar á flugmanni og farþega í hægra framsæti hafi orðið þegar þeir skullu í stjórnborð flugvélarinnar þegar hún fór í gegnum ísinn á yfirborði Þingvallavatns
- Björgunarvesti voru í flugvélinni, en þau voru ekki notuð
- Flugmaðurinn og farþegarnir yfirgáfu flugvélina
- RNSA telur sennilegast að flugmaðurinn og farþegarnir hafi yfirgefið flugvélina út um opnanlega glugga á hurðum
- Hitastig í Þingvallavatni, þar með talið í Ölfusvatnsvík sem var með þunnu ísskæni á yfirborðinu þegar slysið varð, var líklega mjög nálægt frostmarki
- RNSA telur sennilegt að flugmaðurinn og farþegarnir hafi reynt að synda í land, en lík þeirra fundust í talsverðri fjarlægð frá flugvélinni, á botni vatnsins, sem og þeim stað þar sem að talið er að flugvélin hafi hafnað í vatninu
- Samkvæmt réttarmeinafræðingi sáust einkenni drukknunar í lungum þeirra allra, sem bendir til þess að þeir hafi ekki látist uppi á ísnum
- RNSA telur líklegt að farsímar hafi orðið eftir uppi á ísnum, en þrjár farsímar manna voru tengdir við farsímakerfið í töluverðan tíma eftir flugslysið

- Loftnet, heyrnartól og mikill fjöldi hvítra málningaragna í sama lit og TF-ABB fundust á svæðinu suður af flugvélinni á botni Ölfusvatnsvíkur
- RNSA telur sennilegt að þessar málningaragnir séu af flugvélinni, en málning hafði skrapast af neðri vélarhlíf hennar og einnig af aðalhjólaeggjum og snarkollu
- RNSA telur að staðsetning loftnetsins, heyrnatólanna og málningaragnanna gefi vísbendingar um hvar flugvélin fór í gegnum ísinn á vatninu
- Flugvélin var staðsett á botni vatnsins um 35 metra norðan við miðju dreifingar málningaragna, heyrnartóla og loftnetsins
- Staðfest staðsetning símans sem lengst var tengdur farsímakerfinu var um 20 metra sunnan við miðju dreifingar málningaragnanna, heyrnartóla og loftnetsins
- Lík farþega í hægra framsæti og lík farþega í hægra aftursæti fundust um 38 metra suðaustur af miðju dreifingar málningaragna, heyrnartóla og loftnetsins
- Áttu þeir um 760 metra eftir ófarna í land eftir þeirri stefnu sem þeir virðast hafa tekið til suðausturs
- Lík flugmannsins og farþega í vinstra aftursæti fundust um 98 metra suður af miðju dreifingar málningaragna, heyrnartóla og loftnetsins
- Áttu þeir um 905 metra ófarna í land eftir þeirri stefnu sem þeir tóku til suðurs
- Með tilliti til fjarlægðarinnar, kuldans og íssins í Ölfusvatnsvík þá telur RNSA nánast engar líkur á að þeir hefðu getað náð landi

## Leit

- Leit var virkjuð eftir að flugvélin skilaði sér ekki til Reykjavíkurflugvallar á tilsettum tíma
- Vel gekk að virkja viðbragðsaðila og manna Samhæfingarstöðina  
Leitin varð fljótt mjög umfangsmikil og voru rúmlega ellefu hundruð viðbragðsaðilar virkjaðir í tengslum við hana, víða að af landinu
- Óskað var eftir neyðarrakningu á síma flugmannsins og farþeganna
- Í stjórnstöð Landhelgisgæslunnar (JRCC) eru til verklagsreglur um virkjun viðbragðsaðila og annara hugsanlegra björgunaraðila, sem og aðgerðir sem framkvæma þarf ef lofffari hlekkist á, ekki næst samband við það eða það týnist. Eru þær m.a. byggðar á verklagsreglum og kröfum Alþjóðaflugmálastofnunarinnar (ICAO).
- Rannsókn RNSA leiddi í ljós að ekki er til viðbragðsáætlun í Samhæfingarstöðinni um leit að týndu lofffari, en ofangreind viðbragðsáætlun

stjórnstöðvar Landhelgisgæslunnar er ekki þekkt af öðrum viðbragðsaðilum sem einnig manna Samhæfingarstöðina.

- Stjórnstöð Landhelgisgæslunnar óskaði eftir gögnum úr frumratsjá úr loftrýmiseftirlitskerfinu, sem rekið er af Landhelgisgæslunni á Keflavíkflugvelli
- Röng umreikning frumratsjargagna af stjórnstöð Landhelgisgæslu Íslands, áður en þau voru áframsend til Samhæfingarstöðvarinnar, olli því að í upphafi leitar var ranglega talið að síðasta frumratsjárstaðsetning flugvélarinnar hefði verið í Heiðmörk
- Gefur þetta tilefni fyrir Landhelgisgæsluna, Samhæfingarstöðina og aðra viðbragðsaðila að gæta að skráningu tölulegra gagna og annarra upplýsinga, sem og úrvinnslu þeirra
- Klukkan 14:23 voru upprunalegu frumratsjargögnin send til Samhæfingarstöðvarinnar og reyndist þá síðasta frumratsjárstaðsetning TF-ABB vera við suðurhluta Skarðsmýrarfjalls, suður af Hengli, klukkan 10:51
- Síðustu merki flugvélarinnar frá kögunarkerfi Isavia (MLAT) gáfu til kynna að flugvélinni hefði verið flogið yfir Grímsnesi, í norðvesturátt yfir Þjóðvegi nr. 350, um klukkan 11:45 í rúmlega 400 feta hæð yfir sjávarmáli
- Enginn hluti flugsins sást í ADS-B kerfinu, enda flugvélin ekki búin til þess
- Meginþungi leitarinnar í upphafi var því á svæðinu sunnan við Þingvallavatn, í kringum Úlfjótsvatn
- Unnið var eftir fjórum megin sviðsmyndum, 1) að flugvélin væri í Þingvallavatni, 2) í Úlfjótsvatni, 3) á landi við sunnanvert Þingvallavatn að Úlfjótsvatni og 4) að flugvélin væri á landi við norðanvert Þingvallavatn
- Að sögn starfsmanna Landhelgisgæslu Íslands sem komu að leitinni, þá þótti þeim því líklegt að flugvélin hefði lent á vatni og sokkið þar sem að neyðarsendir hafði ekki farið í gang
- Var því þyrlum og flugvél beint til yfirborðsleitar yfir Þingvallavatni, Úlfjótsvatni og yfir Soginu, auk þess sem björgunarsveitir voru fengnar til þess að ganga meðfram vötnunum og skima yfir þau í leit að ummerkjum um hvort að flugvélin hefði hafnað í þeim.
- Klukkan 17:51 barst Samhæfingarstöðinni mynd sem sýndi áætlaða staðsetningu síma eins farþegans á svæði sunnarlega í Þingvallavatni, merkt klukkan 8:07 sama dag og flugslysið varð, en virðist sem að í upphafi hafi ekki verið vitað á hvaða tímabelti síminn sem framkvæmdi rakninguna var staðsettur

- Samkvæmt upplýsingum í aðgerðagrunninum kom fram að verið væri að kanna með tímamismun til Bandaríkjanna, en þó fannst engin frekari færsla í aðgerðagrunninum um hverju sú eftirgrennslan skilaði
- Frumgögn er varða leit þurfa að berast hratt og örugglega til Samhæfingarstöðvar, eða þeirra aðgerðastjórnar sem stjórnar leit
- Samhæfingarstöð hefur í þessu samhengi bent á mikilvægi miðlægrar gagnaöflunar (single source data bank) og greiningar hjá Samhæfingarstöð við leit og björgun
- Skráning í aðgerðagrunn Samhæfingarstöðvar gæti verið skilvirkari
- Æskilegt er að með skráningu í aðgerðagrunn Samhæfingarstöðvar sé lýsing á þeirri greiningarvinnu sem farið hefur fram
- Vísbending um áætlaða staðsetningu flugvélarinnar samkvæmt „Find My iPhone“ var ein af mörgum vísbendingum sem stjórnendum leitarinnar bárust
- Var ákveðið að styðjast við rakningu síma í gegnum farsímamöstur, þar sem að um „Find My iPhone“ myndin gaf upp áætlaða staðsetningu var að ræða sem gaf til kynna nokkuð stóran óvissuhring, auk þess sem dæmi hafa komið upp við leitir hér á Íslandi þar sem raunveruleg staðsetning hefur reynst alllangt frá þeirri staðsetningu sem upphaflega var gefin út frá gervihnattamerki
- Rakning með farsímamöstrum gefur upp staðsetningu á svæði á milli mastranna sem getur reynst nokkuð stórt
- Rakning í gegnum farsíma með smáforriti eins og „Find My iPhone“ byggja á staðsetningu sem síminn sjálfur er að gefa upp samkvæmt staðsetningu hans út frá gervihnöttum, en slík staðsetning getur reynst afar nákvæm í nýlegum farsímum séu þeir í góðu (GPS) sambandi við staðsetningargervihnetti
- Rannsókn RNSA leiddi í ljós að staðsetning iPhone símans sem rakin var í gegnum „Find my iPhone“ var einungis um 20 metrum frá þeim stað þar sem að talið er að flugvélin hafi farið í gegnum ísinn og sokkið
- RNSA telur mikinn ávinning geta orðið af því ef starfsfólk Samhæfingarstöðvar og aðrir viðbragðsaðilar sem skipuleggi leit kynna sér þessa tækni ítarlega, bæði kosti hennar og takmarkanir
- Farsímar flugmanns og farþega voru tengdir farsímakerfinu í talsverðan tíma eftir að leitin hófst, eða allt til 16:20 þann 3. febrúar 2022
- Klukkan 19:45 töldu björgunarsveitarmenn sig finna eldsneytislykt í Ölfusvatnsvík

- Jörð var snævi þakin og flugvélin hvít á lit og nokkrar vísbendingar sem stjórnendum leitarinnar bárust gáfu til kynna að flugvélin gæti hafa brotlent á landi
- Leitað var bæði á Þingvallavatni og Úlfjótavatni með drónum og þyrlum fyrsta daginn, auk þess sem gengið var meðfram vötnunum og leitað meðfram árbökkum
- Takmarkanir voru hins vegar á því hversu mikið hægt var að leita í vatninu í Ölfusvatnsvík fyrsta daginn vegna íssins sem var á vatninu
- RNSA telur að þetta geti verið ein af skýringunum á því af hverju ekki var lögð meiri áhersla á leit í Ölfusvatnsvík í upphafi
- Stjórnendur leitarinnar vildu ekki útiloka að flugvélin væri á þurru landi, þar sem að merki farsíma berast ekki til farsímamastra séu þeir í vatni
- RNSA telur að þetta hafi einnig hugsanlega orðið til þess að viðbragðsaðilar drógu í efa áreiðanleika farsímagagnanna
- RNSA fundaði með tæknimönnum fjarskiptafyrirtækisins sem sá um rekstur á sendum farsímamastranna sem farsímarnir tengdust
- Tæknimennirnir töldu fullvíst að farsímarnir væru tengdir sendum farsímamastranna á þeim tíma sem upp var gefinn, eða allt til klukkan 16:20 í tilfalli þess síma sem lengst var tengdur kerfinu
- Þann 4. febrúar, snemma morguns daginn eftir að flugvélin týndist, barst mynd úr „iPhone“ síma sem sýndi staðfesta staðsetningu síma eins farþegans í Ölfusvatnsvík klukkan 16:13 daginn áður
- Færðist þá þungi leitarinnar yfir í Ölfusvatnsvík þótt áfram væri einnig leitað á fleiri svæðum
- Ýmsum búnaði var beitt við leit í vatninu, þar með talið Teledyne Gavia kafbáti
- Einn björgunarsveitarmaður slasaðist alvarlega í vélsleðaslysi við leitina
- Klukkan 22:10 þann 4. febrúar fannst flugvél TF-ABB á um 47 metra dýpi í Ölfusvatnsvík með Teledyne Gavia kafbátum

## Björgun og endurheimt

- Hringt var úr síma eins farþegans í Neyðarlínuna klukkan 11:51:21
- Við skoðun kom í ljós að símsstöð Neyðarlínunnar setti símtalið í bið í 13 sekúndur, en þá var símtalið áframsent á neyðarvörð
- Upptakan af samtalinu við neyðarvörð Neyðarlínunnar er um 8 sekúndna löng
- Ekki voru nein greinileg samskipti í símtalinu
- Ekki var eftirfylgni af hálfu Neyðarlínunnar vegna símtalsins og lokaðist málið sjálfkrafa í kerfi Neyðarlínunnar klukkan 15:01:53
- Neyðarlínan er ekki með neitt formlegt verklag um að hringja til baka (call back policy) í tilfalli slitinna símtala eða þegar engin greinileg samskipti heyrast
- Samkvæmt Neyðarlínunni þá voru innhringingar sem ekki urðu að samtölum tæplega 21.000 talsins árið 2023
- Neyðarlínan telur sig ekki hafa næga starfsmenn til þess að fylgja öllum slíkum samtölum eftir, enda myndi eftirfylgni slíkra símtala kalla á allt annað umfang í starfsemi Neyðarlínunnar en nú er
- Neyðarlínan hefur ekki breytt verklagi sínu í kjölfar þessa símtals
- RNSA telur þó að sennilega hafi verið ómögulegt að bjarga lífum flugmannsins og farþega flugvélarinnar þrátt fyrir að símtalinu til Neyðarlínunnar hefði verið fylgt eftir, miðað við aðstæður við Þingvallavatn og þá staðreynd að ísinn á vatninu gaf sig undan þunga flugvélarinnar
- Skiptir þar kuldi Þingvallavatns mestu
- Ljóst var að huga þurfti að rannsóknarhagsmunum við björgunina, bæði varðandi rannsókn Rannsóknarnefndar samgönguslysa sem og rannsókn lögreglu
- Reynt var að sækja lík þeirra látnu þann 6. febrúar, en hætta varð við þá aðgerð vegna veðurs og að í ljós kom að til þess þurfti meiri undirbúning og sérhæfðan tækjabúnað
- Lík flugmannsins og farþeganna voru sótt af botni Þingvallavatns þann 10. febrúar 2022
- Vegna mikils frosts og ísmyndunnar á vatninu að morgni 11. febrúar var ákveðið að fresta verkhlutanum sem snéri að endurheimt flugvélarinnar
- Flugvél TF-ABB var sótt af botni Þingvallavatns þann 22. apríl 2022

**Örsök:**

- Lent á ísilögðu vatni
- Ísinn bar ekki þunga flugvélarinnar með þeim afleiðingum að hann brotnaði og flugvélin fór í gegnum hann

**Meðverkandi þættir:**

- RNSA telur sennilegt að tilgangur flugsins, að útbúa raunveruleikaefni, hafi verið áhrifabáttur í því að flugmaðurinn lækkaði flugið niður að vatninu
- Mannlegir þættir

#### 4. TILLÖGUR Í ÖRYGGISÁTT

RNSA beinir eftirfarandi tillögum í öryggisátt til Samgöngustofu:

##### 22-010F002-T1

RNSA beinir því til Samgöngustofu að innleiða ADS-B senda í öll mönnuð loffför sem fljúga í íslensku loftrými.

RNSA beinir eftirfarandi tillögum í öryggisátt til Landhelgisgæslu Íslands:

##### 22-010F002-T2

RNSA beinir því til Landhelgisgæslu Íslands að koma á viðbragðsáætlun fyrir Samhæfingarstöðina, í samvinnu við viðkomandi hagaðila, um hvernig skipulagi, framkvæmd og ábyrgð leitar að týndu lofffari skuli háttað.

##### 22-010F002-T3

RNSA beinir því til Landhelgisgæslu Íslands að Samhæfingarstöðin og aðrir viðbragðsaðilar gæti þess að samræma töluleg gögn og aðrar upplýsingar og úrvinnslu þeirra í tengslum við leit og björgun.

RNSA beinir eftirfarandi tillögu í öryggisátt til Neyðarlínunnar:

##### 22-010F002-T4

RNSA beinir því til Neyðarlínunnar að bæta eftirfylgni vegna símhringinga án skýrrar tjáningar þess sem hringir.



### Mikilvægar ábendingar:

RNSA beinir því til flugmanna að virða flugreglur varðandi lágmarksflughæð.

RNSA beinir því til flugmanna að lenda ekki utan flugbrauta, nema að ganga úr skugga um að aðstæður séu öruggar.

RNSA beinir því til flugmanna að þeir kynni sér skipulagsskrá (Charter) Flugöryggisstofnunar Evrópu (EASA) um aukið öryggi í einkaflugi á litlum flugvélum.

RNSA vekur athygli Flugöryggisstofnunar Evrópu (EASA) á vandkvæðum þess að eftirlitsaðilar og rannsakendur flugslysa hafi ekki aðgang að flugtímagögnum flugmanna sem látast í flugslysum og höfðu EASA flugskírteini, ef þau eru vistuð á rafrænu formi á landsvæðum sem ekki lúta lögsögu Evrópuríkja.



Skýrsluna samþykkja:

- Guðmundur Freyr Úlfarsson
- Geirprúður Alfreðsdóttir
- Bryndís Lára Torfadóttir
- Guðrún Nína Petersen
- Hörður Arilíusson
- Tómas Davíð Þorsteinsson

Reykjavík, 2. maí 2024

Fyrir hönd Rannsóknarnefndar samgönguslysa

Ragnar Guðmundsson  
Stjórnandi rannsóknar

## 5. VIÐAUKAR

### 5.1. Viðauki I – Greining á hreyflahljóði

RNSA fékk sérfræðing í hljóðgreiningu á hreyflahljóði, til þess að greina hljóðin á myndskleiðunum.

Flugvél TF-ABB var útbúin 180 hestafla hreyfli af gerðinni Lycoming O-360-A4M. Ef hreyfillinn er t.d. keyrður á 2700 snúningum á mínútu (RPM), þá má finna snúninga á sekúndu á eftirfarandi hátt:

$$2700/60 = 45 \text{ snúningar á sekúndu}$$

Hreyfillinn var útbúinn 4 strokkum (cylinders), en þar sem hver þeirra kveikir í öðrum hverjum snúningi, þá mátti búast við eftirfarandi tíðni hljóðs af þeirra völdum:

$$(4/2)(45 \text{ snúningar á sekúndu}) = 90 \text{ Hz}$$

Flugvél TF-ABB var útbúin með tveggja blaða beintengdri (direct driven) loftskrúfu af gerðinni Sensenich 76EM8SPY-0-60, og því mátti búast við eftirfarandi tíðni hljóðs af hennar völdum:

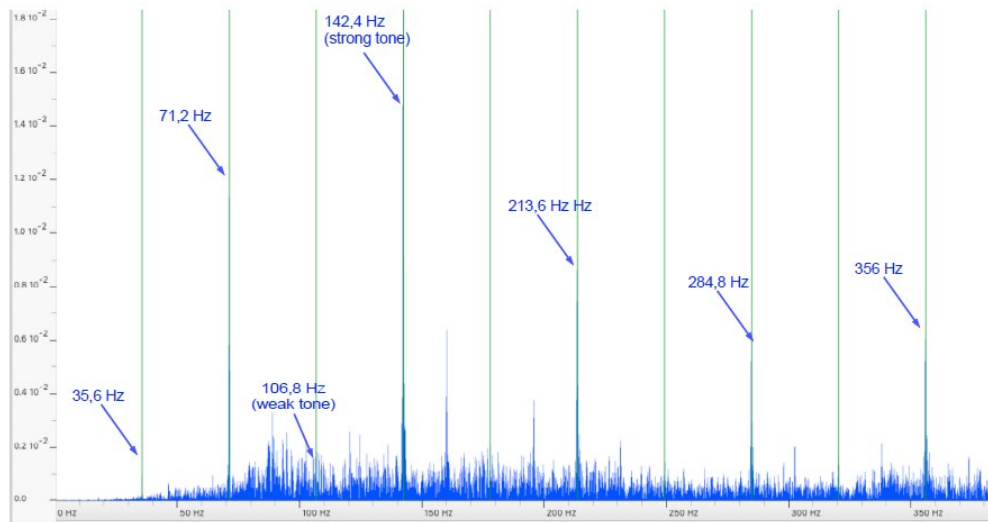
$$(2)(45) = 90 \text{ Hz, auk grunntíðninnar (fundamental frequency) 45 Hz}$$

Ef gert er ráð fyrir því að í venjulegu flugi, þá sé snúningshraði hreyfilsins á bilinu 2000-2700 RPM, þá mætti búast við að heyra grunntíðnina á bilinu 33-45 Hz.

Þegar tíðniróf (spectrum) hljóðs á fyrsta myndskleiðinu (mynd 79), sem tekið var á milli klukkan 11:46:56.23 og 11:47:03.50, var greint þá kom í ljós grunntíðni hljóðs á 35,6 Hz og samsvarandi yfirtónar (overtones/harmonics) á 71,2 Hz (2x), 106,8 Hz (3x), 142,4 Hz (4x), 213,6 Hz (6x), 248,8 Hz (8x) og 356 Hz (10x).

Talið er að bæði hljóðin á 35,6 Hz og 71,2 Hz endurspegli hljóðin frá loftskrúfunni og hreyflinum, en þá má reikna ganghraða hreyfilsins á eftirfarandi hátt:

$$(60 \text{ sec})(35,6 \text{ Hz}) = 2136 \text{ RPM}$$



Mynd 79: Tíðnigreining á 1 sekúndna löngum hljóðbúti í upphafi fyrsta myndskaiðsins.

Á mynd 80 má sjá áætlaða staðsetningu TF-ABB á myndskaiðunum sem hljóðgreind voru á myndum 81-84, m.t.t. ætlaðs flugferils flugvélarinnar.



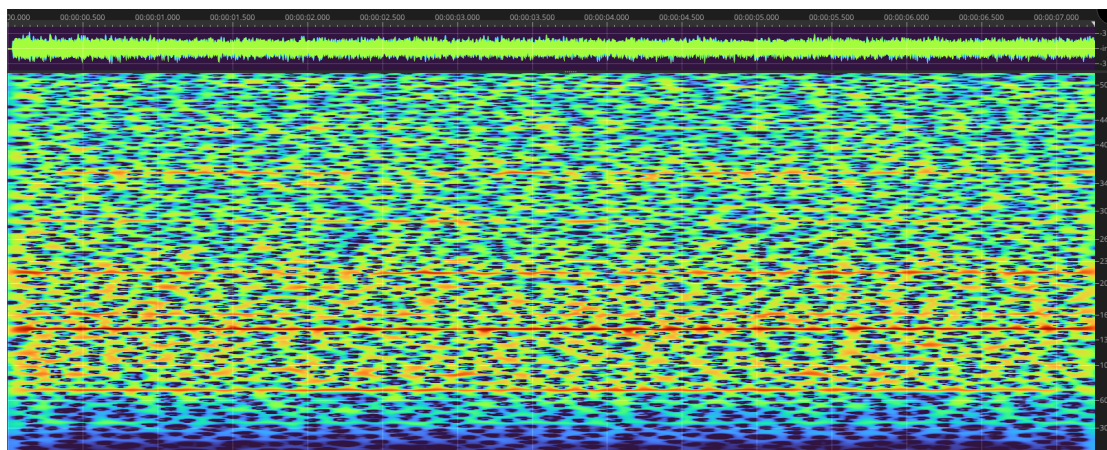
Mynd 80: Áætluð staðsetning TF-ABB á myndskaiðunum á myndum 81-84

Litrófsgreining (spectrogram) sem framkvæmd var af hljóðinu á fyrsta myndskaiðinu (mynd 81) gaf til kynna veikan tón á tíðninni 36 Hz og svo stöðuga yfirtóna á 71,5 Hz (2x36), 143 Hz (4x36), 214,5 Hz (6x36), 286 Hz (8x36) og 357,5 Hz (10x36).

Ef sterkasti tónninn á 143 Hz er notaður, sem er (4x36), þá má finna ganghraða hreyfilsins á eftirfarandi hátt:

$$(60 \text{ sec})(143 \text{ Hz}/4) = 2145 \text{ RPM}$$

Samkvæmt litrófsgreiningunni er ljóst að snúningshraði hreyfilsins var jafn yfir allt fyrsta myndskaiðið á milli klukkan 11:46:56.23 og 11:47:03.50.

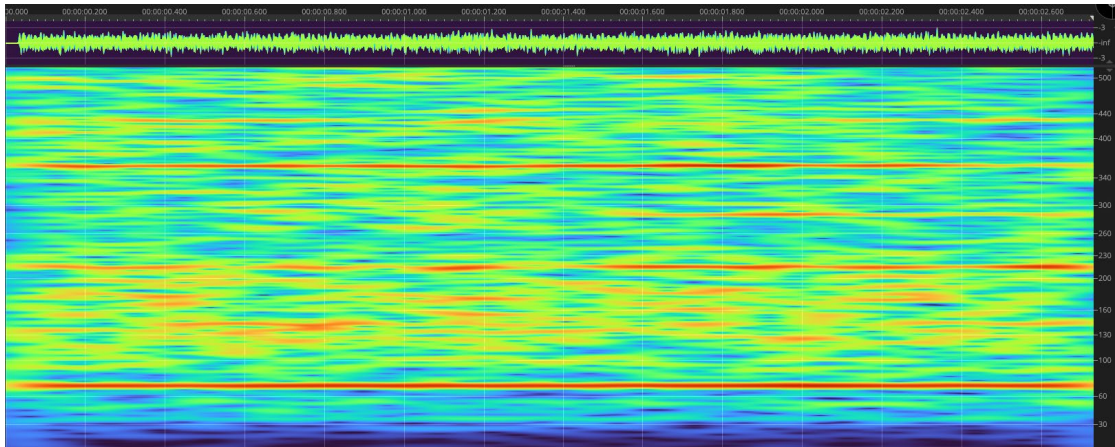


Mynd 81: Mynd úr hljóðgreiningu fyrsta myndskaiðsins á milli klukkan 11:46:56.23 og 11:47:03.50.

Sömu litrófsgreiningu var beitt á hljóðið í öðru myndskaiðinu (mynd 82). Gaf það til kynna stöðugan tón á 72 Hz (2x36) og 216 Hz (6x36), en þá má finna ganghraða hreyfilsins á eftirfarandi hátt:

$$(60 \text{ sec})(72 \text{ Hz}/2) = 2160 \text{ RPM}$$

Samkvæmt litrófsgreiningunni er ljóst að snúningshraði hreyfilsins var jafn yfir allt annað myndskaiðið á milli klukkan 11:47:06.91 og 11:47:09.65.



Mynd 82: Mynd úr hljóðgreiningu annars myndskaiðsins á milli klukkan 11:47:06.91 og 11:47:09.65.

Samkvæmt litrófsgreiningunni á þriðja myndskaiðinu (mynd 83), sem tekið var á milli klukkan 11:47:11.05 og 11:47:16.55, þá er ljóst að snúningshraði hreyfilsins hafði breyst.

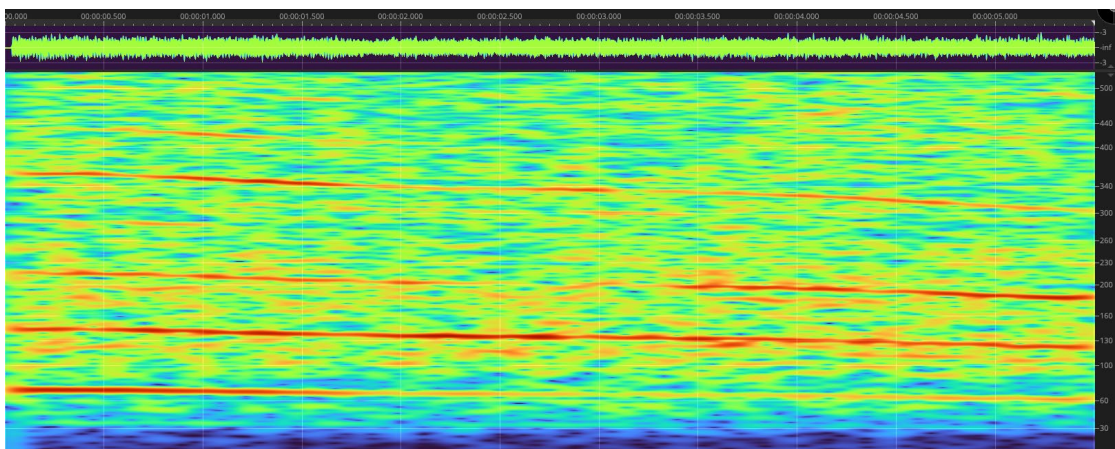
Í upphafi þriðja myndskaiðsins hafi snúningshraðinn verið:

$$(60 \text{ sec})(216 \text{ Hz}/6) = 2160 \text{ RPM}$$

Í lok þriðja myndskaiðsins hafi snúningshraðinn verið kominn niður í:

$$(60 \text{ sec})(184 \text{ Hz}/6) = 1840 \text{ RPM}$$

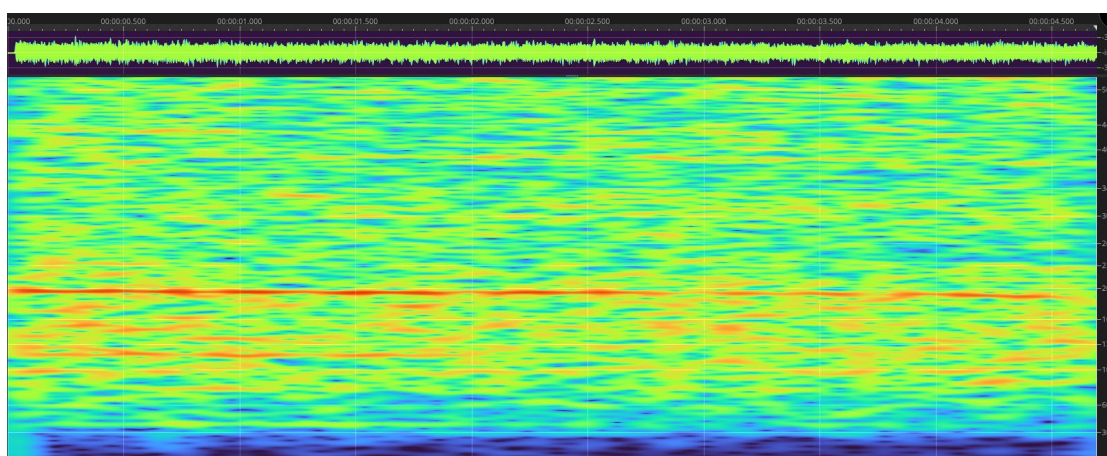
Gefur þetta til kynna að þarna hafi aflið minnkað á hreyflinum.



Mynd 83: Mynd úr hljóðgreiningu þriðja myndskaiðsins á milli klukkan 11:47:11.05 og 11:47:16.55.

Litrófsgreining á fjórða myndskaiðinu (mynd 84), sem tekið var á milli klukkan 11:47:53.73 og 11:47:58.43, var ekki jafn greinargóð og á fyrri myndskaiðum og ekki er hægt að staðhæfa með sömu vissu og á fyrri myndskaiðum hver snúningshraðinn hafi verið. Talið er líklegt að það stafi af því að grunntíðni hljóðsins er orðin það lág að myndatökubúnaðurinn hafi átt erfitt með að greina grunntíðnina.

Samkvæmt hljóðgreiningarsérfræðingnum er talið líklegast að á fjórða myndskaiðinu hafi snúningshraði hreyfilsins verið að minnka úr 1176 RPM í upphafi fjórða myndskaiðsins niður í 1134 RPM í lok þess, en einnig kemur til greina að það hafi verið úr 1460 RPM í upphafi myndskaiðsins og niður í 1410 RPM í lok þess.



Mynd 84: Mynd úr hljóðgreiningu fjórða myndskaiðsins á milli klukkan 11:47:53.73 og 11:48:58.43.

Því er staðfest að þegar flugvélin kom inn að Ölfusvatnsvík og lækkaði flugið niður að vatninu, þá minnkaði aflíð á hreyflinum.

## 5.2. Viðauki II – Tímaákvörðun flugslyssins

Klukkan á öryggismyndavélinni á mynd 7 var röng þegar upptakan átti sér stað. Hún var leiðrétt eftir slysið áður en það náðist að kvarða tímann á henni miðað við rétta klukku. Því var ekki hægt að styðjast við tímaskráningu á myndskaiði öryggismyndavélarinnar við ákvörðun á tímasetningu flugslyssins. RNSA framkvæmdi því útreikninga þar sem tíminn á myndskaiði öryggismyndavélarinnar (mynd 7) var kvarðaður út frá staðsetningu flugvélarinnar þegar myndir 4 til 6 voru teknar. Þetta var mögulegt eftir drónarannsóknina á myndum 52 til 54, því þá var hæð og staðsetning flugvélarinnar þekkt, auk þess sem tíminn þegar myndir 4 til 6 voru teknar var þekktur út frá tímastimplum myndanna á myndavélinni. RNSA reiknaði út hæð flugvélarinnar á myndum 4 til 6 yfir öryggismyndavélinni, sem og lárétta fjarlægð á milli. Var þá hægt að ákvarða hornið sem flugvélin sást í, miðað við hæðarflöt öryggismyndavélarinnar (mynd 85). Reyndist þetta horn  $3,1^\circ$ .



Mynd 85: Aðferðarfræði við að ákvarða horn flugvélar yfir láréttum fleti öryggismyndavélar.

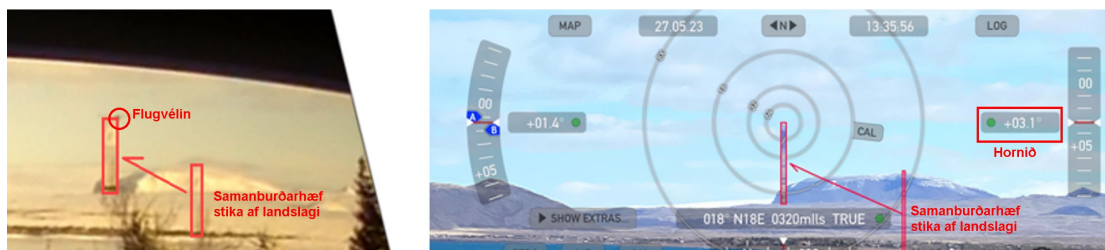
Með þar til gerðu forriti<sup>26</sup> sem sýndi ofangreint horn, voru teknar myndir af svæði öryggismyndavélarinnar í flugstefnu TF-ABB til norðnorðausturs eins og sést á rauðu línunni á myndum 50 og 51. Voru þær svo bornar saman við myndskaiði öryggismyndavélarinnar uns samsvörun fékkst, þ.e. flugvélin er staðsett í myndskaiðinu á sama stað og  $3,1^\circ$  hornið.

Leiddi sú rannsókn í ljós að það var staðsetning flugvélarinnar, þegar mynd 5 var tekin, sem passaði við ákveðna staðsetningu á myndskaiðinu úr öryggismyndavélinni. Þegar mynd 5 var tekin, var horn flugvélarinnar yfir láréttum fleti öryggismyndavélarinnar  $3,1^\circ$  og passaði það við samanburðinn sem sést á mynd 86. Varðandi skekkjumörk, þá liðu 9 sekúndur frá því að flugvélin kom inn á myndskaiðið í öryggismyndavélinni (undir svarta þakskyggningu sem sést efst á efri vinstri myndinni í mynd 86) þangað til að hún var búin að lækka flugið og bar við fjallið Hrafnabjörg, frá sjónarhorni

<sup>26</sup> Theodolite.



öryggismyndavélarinnar. Því telur RNSA að það sé hægt að tímasetja staðsetningu flugvélarinnar við 3,1°hornið með um +/- 1 sekúnda skekkju. Því verður nákvæmnin á tímasetningu flugslyssins út frá tímastimpli myndavélarinnar sem myndir 4 til 6 í skýrslunni voru teknar á mjög góð.



Mynd 86: Samanburður leiddi í ljós að mynd 5 sýndi flugvélina staðsetta 3,1° yfir láréttum fleti öryggismyndavélar. Notast var við sameiginlega „stiku“ í landslaginu á báðum myndunum til að staðsetja flugvélina í loftinu m.t.t. 3.1° hornsins.

Með því að spila myndskaiðið úr öryggismyndavélinni áfram frá staðsetningu flugvélarinnar á mynd 86 kom í ljós að mynd 5 var líklega tekin 26 sekúndum áður en vatnsgusan myndaðist þegar TF-ABB hafnaði í vatninu eins og sést á mynd 56.

Umreiknað í tímakvarða myndavélarinnar (í UTC), myndaðist vatnsgusan klukkan 11:48:34 samkvæmt tímastimpli myndavélarinnar.

Myndavélin sem tók myndir 4 til 6 eyðilagðist í flugslysinu og því ekki hægt að kanna tímastimpil hennar miðað við rétta klukku.

Hins vegar hafði RNSA aðgang að MLAT gögnum Isavia. RNSA bar því saman gögn úr MLAT kerfi Isavia við aðrar myndir sem teknar höfðu verið úr sömu myndavél og myndir 4 til 6. Með samanburði á milli annarra mynda á myndavélinni sem tók myndir 4 til 6 og MLAT kerfisins, sem og mynda úr annarri myndavél sem var um borð, náði RNSA að áætla að tímastimpillinn á myndavélinni sem tók myndir 4 til 6 var líklega 48 sekúndum á undan tímanum uppgefnum í MLAT gögnum Isavia. Samkvæmt því ætti vatnsgusan sem sést koma upp úr ísnum við flugslysið eins og sést á mynd 56 að hafa verið klukkan 11:47:46.

### 5.3. Viðauki III – Rannsókn á hreyfli

RNSA sendi hreyfilinn í niðurrifsskoðun (teardown inspection) hjá hreyflaframleiðandanum, Lycoming. Var stjórnandi rannsóknar hjá RNSA viðstaddur niðurrifsskoðunina.

Eftirfarandi er samantekt úr skoðuninni (myndir 87 til 92):

- Merkingar á hreyfli gáfu til kynna að hreyfillinn hafi áður undirgengist grannskoðun (overhaul) sem ekki var framkvæmd af Lycoming
- Blöndungur
  - Aðskotaefni (debris) var í loftsíu (inlet screen), en þó ekki í þannig magni að það hefði komið í veg fyrir að loft bærisk til blöndungsins
    - Sennilega set frá botni Þingvallavatns
  - Flotholt voru í lagi
  - Aðalop (main orifice) var ekki stíflað
  - Eldsneytisdælan virkaði
  - Skál (bowl) blöndungsins var full af vatni
    - Sennilega úr Þingvallavatni
- Kveikjur (magnetos)
  - Gáfu ekki frá sér neista þegar þeim var snúið
  - Kveikjurnar voru teknar í sundur til frekari skoðunar
  - Innri hlutir kveikjanna snérust eðlilega
  - Talið er að tærðir gormar ásamt öðrum íhlutum í kveikjunum hafi komið í veg fyrir að þær virkuðu sem skyldi
    - Sennilega varð tæringin þegar flugvélin var í Þingvallavatni
- Kertin (spark plugs) voru skoðuð ítarlega
  - Tæring var á öllum kertum
    - Sennilega vegna tímans á botni Þingvallavatns
  - Efra kerti nr. 1 og 3 voru með eðlilegt slit
  - Efra kerti nr. 2 var með skemmdu rafskauti
  - Öll neðri kertin (nr. 1, 2, 3 og 4), sem og efra kerti nr. 4 voru í lagi
- Ræsir (starter) virtist í lagi
- Riðstraumsrafall (alternator) og reim hans voru í lagi
- Sogdæla (vacuum pump) var í lagi
- Ófudælan (oil pump) starfaði eðlilega

- Olíusían (oil filter) var í lagi, en minniháttar kolefnisagnir (carbon) mátti sjá á síunni
- Hreyfillinn snérist þegar sveifarási (crankshaft) var snúið
- Vippra (rocker arm) og lokar (valves) störfuðu eðlilega á öllum strokkum
- Allar fjórar bullurnar (pistons) hreyfðust
- Allir fjórir strokkarnir (cylinders) mynduðu þrýsting
- Bulluhringir voru í lagi
- Tímastilling (timing) á milli sveifaráss og knastáss (camshaft) var í lagi
- Minniháttar tæring fannst á öllum fjórum strokkunum
  - Sennilega vegna tímans á botni Þingvallavatns
- Minniháttar slit var komið í fóðringar (bushings) fyrir sveifarás
- Slit (spalling) var á knöstum (lobes) á knastás (camshaft)
- Slit (spalling) var á töppum (tappets) sem knastar færa til



Mynd 87: Efra kerti nr. 2 var með skemmdu rafskauti.



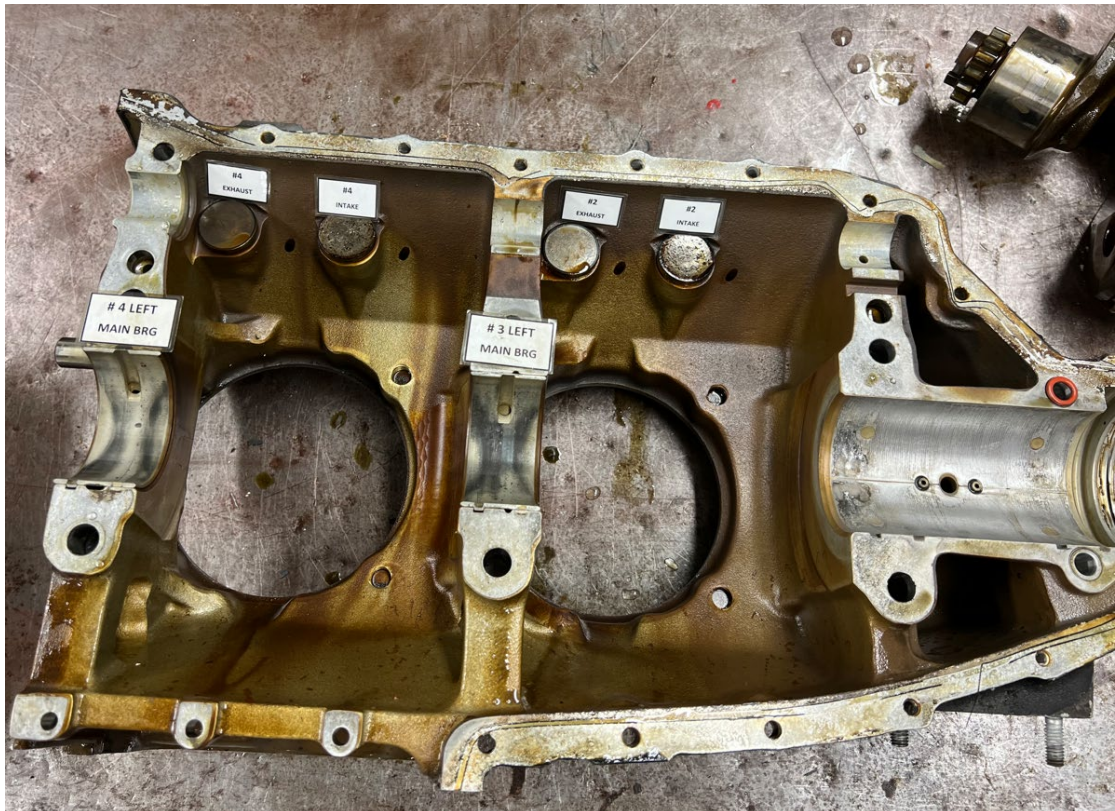
Mynd 88: Minniháttar tæring var á öllum strokkum.



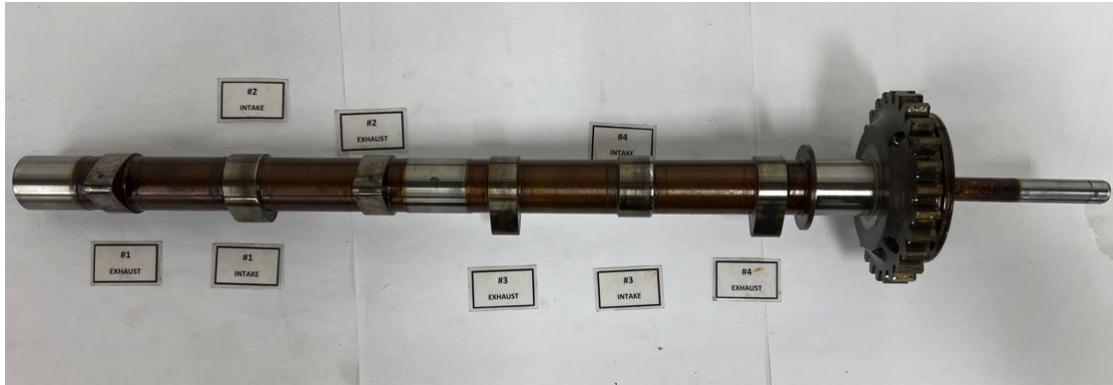
Mynd 89: Sveifarás var óskemmdur.



Mynd 90: Slit á legum sveifarás og á töppum við inntök fyrir strocka 1 og 3 við knastás.



Mynd 91: Slit á legum sveifarás og á töppum við inntök fyrir strocka 2 og 4 við knastás.



**Mynd 92: Slit (spalling) var á knöstum (lopes) á knastás.**

Að sögn framleiðandans var slitið (spalling) á knöstum og töppum á hreyfli TF-ABB á byrjunarstigi. Slíkt slit veldur takmörkuðum, en jafnframt stöðugum, aflmissi. Því ætti gangurinn í hreyflinum að vera aðeins grófari en við besta ástand, en þetta veldur þó ekki bilun í hreyflinum.

Að sögn framleiðandans er slit (spalling) á knöstum (camshaft lopes) og töppum (tappets) algengt og er það ein af ástæðunum fyrir því að hann mælir með grannskoðun á hreyflum á 12 ára fresti eða 2000 flugtímum (hvort sem kemur fyrir).

Að sögn framleiðandans fannst ekkert sem komið gat í veg fyrir að hreyfillinn gæti snúist.

Niðurstaða framleiðandans var sú að það var ekkert að hreyflinum, en komið var að grannskoðun.

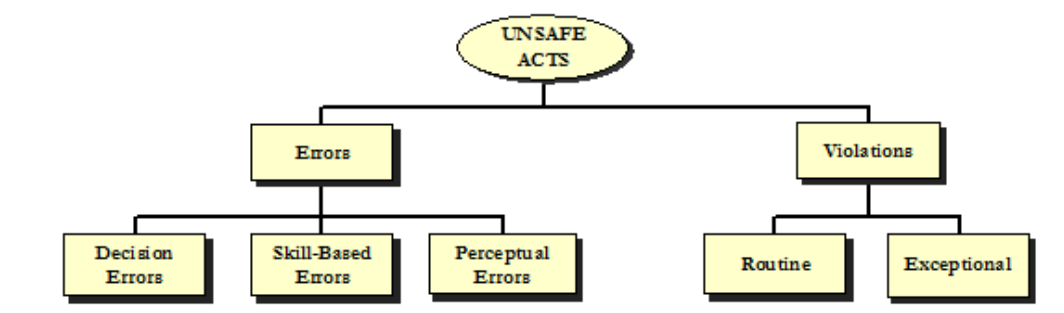
#### 5.4. Viðauki IV – Mannlegir þættir

Rannsóknin leiddi í ljós að mannlegir þættir (human factors) voru líklega meðverkandi í slysinu. Voru þessi atriði dregin fram úr gögnum rannsóknarinnar og kortlögð samkvæmt HFACS aðferðarfræðinni:

- Unsafe acts (áhættu hegðun)
- Preconditions for unsafe acts (forsendur fyrir áhættu hegðun)
- Unsafe supervision (óöruggt eftirlit)
- Organizational influence (skipulagsáhrif)

##### 5.4.1. Áhættu hegðun

Áhættu hegðun inniheldur þær villur (errors) og þau brot (violations) í fluginu sem höfðu afleiðingar fyrir flugið sjálft. Er þessi áhættu hegðun útskýrð nánar samkvæmt HFACS aðferðarfræðinni eins og sést á mynd 93.



Mynd 93: Áhættu hegðun (unsafe acts).

Ekki er vitað hvort til stóð að lenda á vatninu eða að fljúga í lítilli hæð yfir því.

Að sögn þeirra sem RNSA ræddi við og þekktu flugmanninn, var hann vanur að kynna sér áætlaða landingastaði. Ekki fundust neinar vísbendingar um að hann hafi kynnt sér landingaraðstæður á Þingvallavatni fyrir þetta flug. Ef lenda átti á ísilögðu vatninu, þá telur RNSA að um ákvörðunarvillu (decision error) hafi verið að ræða vegna ofmats á þykkt íssins á vatninu.

Að sögn þeirra sem RNSA ræddi við, og þekktu hann, þá var það ólíkt því sem þeir hann sögðu hann gera. Mögulegt er að flugmaðurinn hafi ofmetið áhrif loftkulda á vatnið og talið ísinn nægilega þykk til þess að lenda flugvélinni á honum.

Rannsókn leiddi í ljós að flugmaðurinn hafði áður lent á ísilögðu vatni. Mögulegt er að flugmaðurinn hafi gefið sér að aðstæður við vatnið á slysdegi væru sambærilegar við hans fyrri reynslu og hann því ákveðið að lenda á ísilögðu vatninu með þá fyrirfram ákveðnu sýn (plan continuation bias) þar sem aðstæður eru keimlíkar fyrri landingum flugmannsins á ís og ekki er tekið tillit til vísbendinga um annað.

Ef fljúga átti í lítilli hæð yfir ísilögðu vatninu, þá telur RNSA mögulega að um færnivillu (skill-based error) hafi verið að ræða vegna óviljandi beitingu stjórnþækja. Kafarar fundu myndavél, sem myndskaið og myndir 2-6 voru teknar með, hangandi á ólinni utan um hægra stýrið, en sú myndavél var í eigu farþegans sem sat í hægra framsæti. Síðasta myndin sem tekin var á þessa myndavél var einungis tekin 26 sekúndum fyrir flugslysið og ekki er hægt að útiloka að staða stýrisins hafi færst á kritísku augnabliki ef að ól myndavélarinnar var lögð á stýrið þegar flogið var í lítilli hæð yfir vatninu.

Að sama skapi, ef fljúga átti í lítilli hæð yfir vatninu, þá telur RNSA að skynvilla (perceptual error) gæti hafa truflað flugmanninn. Skyn á hæð yfir vatni í mjög lítilli hæð getur verið villandi og erfitt getur verið að greina nákvæma hæð flugvélar yfir spegilsléttu/ísilögðu vatni þar sem dýptarskyn getur verið takmarkað við slíkar aðstæður.

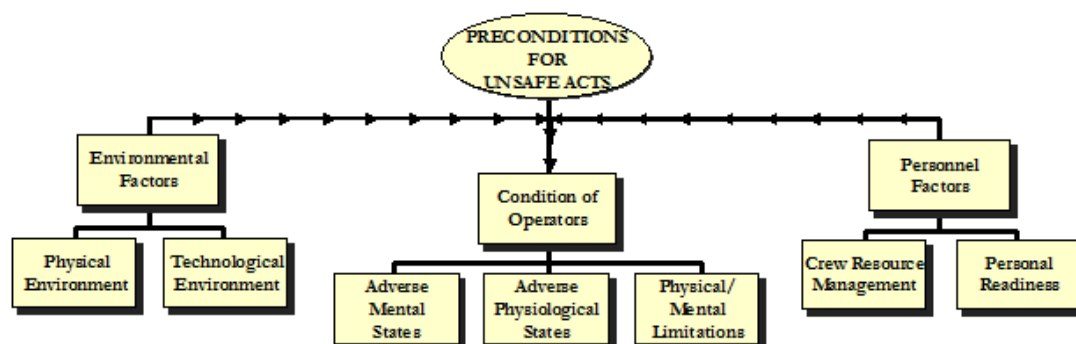
RNSA telur sennilegt að tilgangur flugsins um að útbúa raunveruleikaefni hafi verið áhrifapáttur í því að flugmaðurinn ákvað að lækka flugið niður að vatninu, óháð því hvort fljúga átti lágflug eða lenda á því.

Samkvæmt lögum um rannsókn samgönguslysa 18/2013, þá skal RNSA ekki skipta sök eða ábyrgð og því tekur RNSA hér ekki afstöðu til mannglegra þátta er tengjast mögulegum brotum (violations).



## 5.4.2. Forsendur fyrir áhættu hegðun

Forsendur fyrir áhættu hegðun innihalda umhverfisþætti, rekstrarskilyrði og persónuþætti sem legið geta að baki áhættu hegðun. Eru þær skýrðar nánar samkvæmt HFACS aðferðafræðinni eins og sést á mynd 94.



Mynd 94: Forsendur fyrir áhættu hegðun (preconditions for unsafe acts).

Eins og áður hefur komið fram er ekki er vitað hvort til stóð að lenda á vatninu eða að fljúga í lítilli hæð yfir því.

Ef lenda átti á ísilögðu vatninu, þá telur RNAA að umhverfið (physical environment) hafi sennilega haft áhrif. Samkvæmt upplýsingum sem RNAA aflaði, þá sögðu þeir sem þekktu til flugmannsins að hann hefði kannað aðstæður fyrirfram áður en hann lenti á ísilögðu vatni, t.d. með því að bora í ísinn og þykktarmæla hann. RNAA fann engar upplýsingar um að flugmaðurinn hafi kynnt sér landingaraðstæður á Þingvallavatni fyrir þetta flug.

Einnig telur RNAA að ofmat á eigin getu (adverse mental states) gæti hafa haft áhrif. Samkvæmt þeim upplýsingum sem RNAA aflaði, þá hafði flugmaðurinn oft lent á ísilögðum vötnum. Hann þekkti vel til svæðisins í kringum Þingvallavatn, hafði flogið mikið á þessu svæði, oft við sambærilegar aðstæður, þ.e. flogið lágt í ljósmyndaflugum. Mögulegt er einnig að flugmaðurinn hafi gefið sér að aðstæður við vatnið á slysegi væru sambærilegar við hans fyrri reynslu og gæti það bent til þess að hann hafi ákveðið að lenda á ísilögðu vatninu með fyrirfram ákveðna sýn (plan continuation bias).

Ef hins vegar hafi staðið til að fljúga í lítilli hæð yfir ísilögðu vatninu, þá telur RNAA mögulegt að tæknilegt umhverfi (technological environment) vegna óviljandi aðgerðar gæti hafa verið áhrifavaldur en halda þarf öllum persónulegum búnaði frá stjórn tækjum

flugvélarinnar. Myndavél fannst hangandi á ólinni á hægra stýri flugvélarinnar. Ekki er hægt að útiloka að truflun flugsins hafi orðið vegna myndavélarinnar en síðasta myndin sem tekin var með henni var tekin 26 sekúndum fyrir flugslysið. Jafnframt skal þó bent á að myndavélin gæti allt eins hafa verið hengd á stýrið eftir flugslysið, t.d. við rýmingu.

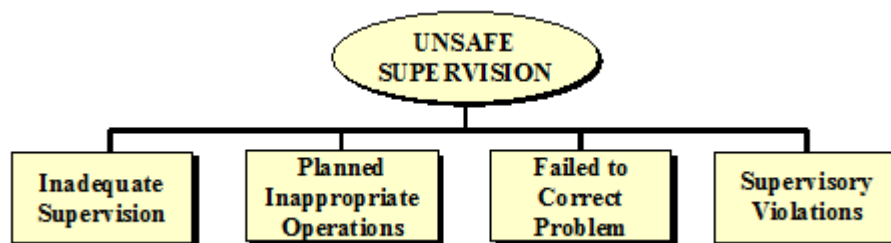
Óháð því hvort fljúga átti lágflug eða lenda á ísilögðu vatninu, þá er mögulegt að ófullnægjandi skipulagning (personal readiness) hafi haft áhrif, þar sem að engin gögn fundust um að búið væri að skipuleggja lágflug yfir vatninu eða landingu á því.

RNSA telur einnig mögulegt að álag utan flugsins (personal readiness) hafi getað verið áhrifavaldur, en rannsóknin leiddi í ljós að talsvert álag var á flugmanninn í hans persónulega lífi, sem og í vinnu og námi.

Þreytugreining<sup>27</sup> sem RNSA framkvæmdi leiddi í ljós að þreyta (fatigue) var líklega ekki áhrifavaldur í fluginu.

### 5.4.3. Óöruggt eftirlit

Óöruggt eftirlit inniheldur þá eftirlitsþætti sem sjá má á mynd 95.



Mynd 95: Óöruggt eftirlit (unsafe supervision).

Ekki fundust neindir verkferlar frá Volcano air um framkvæmd útsýnisfluga fyrirtækisins. Engin gögn fundust um hvort að fyrirfram hafi verið búið að skipuleggja lágflug yfir vatninu eða landingu á því.

<sup>27</sup> Fatigue Factor Ratings for Mishaps, US Air Force Research Laboratory.

#### 5.4.4. Skipulagsáhrif

Skipulagsáhrif samanstanda af auðlindastjórnun, rekstrarumhverfi og rekstrarferlum eins og sést á mynd 96.



Mynd 96: Skipulagsáhrif (organizational influences).

RNSA telur að rekstrarumhverfi (organizational climate) hafi verið áhrifavaldur í flugslysinu. Volcano air hafði ekki flugrekstrarleyfi, flugmaðurinn var einyrki og enginn var til staðar til þess að taka út og rýna rekstrarfyrirkomulag flugvélarinnar. Samgöngustofa gerði athugasemdir við rekstrarfyrirkomulag flugvélar TF-ABB.

RNSA telur einnig að rekstrarferli (operational process) hafi verið áhrifavaldur í flugslysinu, en fyrirtækið Volcano Air var ekki með flugrekstrarleyfi. Hér hefðu formlegir verkferlar, eins og t.d. þeir sem skilgreindir eru samkvæmt skipulagsskránni sem rædd var í kafla 2.1 og innleidd hefur verið af EASA getað hjálpað, eða þá að reksturinn hefði verið byggður á flugrekstrarleyfi.