

Lennuõnnetuse uurimise aruanne

Kärdla, 23. 11. 2001

Lennuk *An-28* ES-NOV

Lühikirjeldus

Reedel, 23. novembril 2001 kell 18.31 kohaliku aja järgi (16.31 UTC) toimus inimohvritega lennuõnnetus Tallinn - Kärkla lennureisi *ELK1007* sooritava lennukiga *An-28 ES-NOV*.

Lähenemisel Kärkla lennujaama lennurajale 32 kaotas lennuki meeskond kontrolli lennuki üle ja ei suutnud peatada selle juhitamatut vajumist, mille tagajärjel lennuk pörkus maaga soisel metsaalal 1,76 km enne lennurada ning purunes täielikult.

Pardal olnud 14-st reisijast ja kolmest meeskonnaliikmest hukkus 1 reisija, surmavaid vigastusi sai 1 reisija (10-aastane poiss), üliraskeid kehavigastusi sai lennuki teine piloot ning raskeid kehavigastusi said 9 reisijat ja lennuki kapten. Neli reisijat ja pardasaatja said kergemaid vigastusi ning lasti kodusele ravile.

Lennuõnnetusest teatati Ukraina (lennuki konstrueerijamaa) ja Poola (lennuki tootjamaa) vastavatele volitatud ametkondadele ning Rahvusvahelisele Tsiviillennunduse Organisatsioonile (ICAO).

Lennuõnnetuse uurimiseks moodustati 23. novembril 2001.a Vabariigi Valitsuse erakorralisel istungil ja kinnitati 27. novembri 2001. a korraldusega nr 774-k. komisjon järgmises koosseisus:

komisjoni esimees Tõnu Naestema Teede- ja Sideministeeriumi asekancler

komisjoni esimehe asetäitja Toomas Peterson Lennuameti peadirektor

komisjoni liikmed:

Jaan Milvek Teede- ja Sideministeeriumi lennundusosakonna juhataja

Tõnu Ader - Lennuameti lennuintsidentide uurimise osakonna juhataja

Tanel Kulbas Lennuliiklusteeninduse AS-i lennujuhtimisosakonna juhataja asetäitja

Uurimiskomisjon alustas tööd 23.11.2001

Uurimiskomisjon lõpetas töö 31.01.2002

SISUKORD

1. FAKTILINE INFORMATSIOON	4
1.1. Lennu ja sellele järgnevate sündmuste kulgemine	4
1.1.1. Lennu kulgemine	4
1.1.2. Järgnevad sündmused	5
1.1.3. Sündmuse asjaolude tuvastamise algus	6
1.2. Kehavigastused	6
1.3. Õhusõiduki vigastused	7
1.4. Teised vigastused	7
1.5. Personali andmed	7
Kapten	7
Teine piloot	8
1.6. Andmed õhusõiduki kohta	8
1.7. Ilma andmed	9
1.8. Navigatsiooniseadmed	10
1.9. Side	10
1.10. Andmed lennuvälja kohta	11
1.11. Lennuparameetrite registraatorid	11
1.12. Õhusõiduki ülevaatuse tulemused	11
1.13. Meditsiinilised ja patoloogilised andmed	13
1.14. Tulekahju	13
1.15. Ellujäämise faktorid	13
1.16. Katsetused ja uurimised	13
1.17. Organiseerimine ja administratiivtegevus	13
2. ANALÜÜS	14
2.1 Analüüs BUR-1 ja kabiinisese kõne salvestise andmete najal	14
2.1.1 Lennu kulg viimase kolme minuti jooksul	14
2.1.2. Mootorite töö ja jäätörjesüsteemide kasutamine	18
2.2. Kokkupõrke asjaolud	19
2.3 Ilmatingimuste mõju lennule	20
2.3.1 Atmosfääri turbulentsus	20
2.3.2 Jäätumine	20
2.3.3 Tuul	22
2.3.4 Pilvisuse kõrgus	23
2.3.5 Nähtavus	24
2.4. Meeskonna tegutsemine lähenemismeetodi valikul ja lähenemisel	25
2.4.1. Kapteni tegevus lähenemiseks valmistumisel	25
2.4.2. Teise piloodi tegevus lähenemiseks valmistumisel	25
2.4.3. Kapteni tegevus lähenemise sooritamisel	26
2.4.4. Lennuki trajektoor lähenemisel	26
2.5. Lennukiirused	27
2.6. Meeskonna koostöö	28
2.7. Lennu vastavus ettevõtte lennutegevuskäsiraamatus sätestatud nõuetele	29
2.8. Lennumeeskonna tegevuse vastavus lennukäsiraamatus sätestatule	30
3 KOKKUVÕTE	31
3.1 Lennuõnnetuse asjaolud	31
3.2 Lennuõnnetuse põhjused	31
3.3 Lennuõnnetuse tekkimisele kaasaitavateks teguriteks olid:	31
4. ETTEPANEKUD LENNUOHUTUSE PARANDAMISEKS	32

1. FAKTILINE INFORMATSIOON

1.1. Lennu ja sellele järgnevate sündmuste kulgemine

1.1.1. Lennu kulgemine

Kell 18.05 (16.05 UTC) startis Tallinnast reisile *ELK1007* lennuk *An-28* ES-NOV, pardal 14 reisijat ja 3 meeskonnaliiget (kaks pilooti ja pardasaatja). Väljalend toimus praktiliselt ilma hiline miseta, kuna reisiplaanile vastavalt pidi väljumine toimuma kell 16.00 UTC (edaspidi kõik ajad koordineeritud maailmaajas UTC, st kohalik aeg miinus 2 tundi). Piloteerivaks piloodiks oli vasakul istmel istuv lennuki kapten. Teine piloot oli jälgivaks ning sidet pidavaks piloodiks. Regulaarlennuks marsruudil Tallinn - Kärddla oli esitatud korduvlennuplaan (RPL).

- arvestuslik liikumise algus 16.00,
- tegelik õhkkiirus (TAS) marsruudil 160 sõlme,
- lennukõrgus FL60,
- marsruut TLL – L870 – OSMUR – DCT – OZ,
- arvestuslik kogulennuaeg 45 minutit.

Kogu vajaliku dokumentatsiooni ja informatsiooni lennuks Kärddlasse ja tagasi sai lennuki kapten peale saabumist Tallinna lennujaama kell 14.55.

Vastavalt Tallinna Lennujaama poolt täidetud laadimislehele (Loadsheet & Loadmessage) oli reisijateks 13 täiskasvanut ja üks laps, registreeritud pagasit 52 kg. Lennuki stardikaaluks oli arvestatud 6046 kg, kuid seda 800 kg kütusekoguse juures. Kuna lennukil oli kütust 1000 kg, oli tegelik lennuki kaal liikumise alustamisel 6246 kg.

Ruleerimist alustati kell 16.02.

Kell 16.02 andis Tallinna lähilennujuht marsruudiloo Kärddlasse lennuplaani järgi, lennutasand FL60, parempööre "OZ"-le, kood 0020. Marsruudiluba loeti õigesti tagasi ja lähilennujuht kinnitas tagasilugemise õigsust. Kell 16.05 sai *ELK1007* stardiloo rajalt 08 koos parempöördega ning korralduse võtta peale väljumist ühendust Tallinna lähenemislennujuhtimisüksusega sagedusel 127,9 MHz.

Kell 16.05 starditi Tallinna lennurajalt 08.

Peale starti kell 16.07 tuli *ELK1007* häälede Tallinna lähenemislennujuhtimisüksuse sagedusel ja lähenemislennujuht tunnistas lennukit radaril. 16.07 andis lähenemislennujuht Kärddlale *ELK1007* arvestusteate, mille järgi lennuk pidi jõudma VADAN-i traaversile ajal 16.23 lennutasandil FL60. Kell 16.19 andis APP lennujuht *ELK1007*-le korralduse võtta ühendust *Kärddla Torniga* (Kärddla lennujuhtimisüksuse kutsung) sagedusel 130,3 MHz. Raadioside *ELK1007* ja Tallinna lennujuhtimisüksuste vahel toimus inglise keeles.

Ilmatingimused marsruudil ja prognoos vastasid lennuks vajalikele. Lennati lennutasandil FL60 (st. 6000 jala ehk 1850 m kõrgusel standardõhurõhu tasandist 1013,2 hPa). Lennul oldi kapteni seletuse kohaselt pilvede ülakihis, aegajalt tuldi pilvedest välja ja kapten oli hinnanud, et tagasilennul, lennutasandil FL70, saab lennata ülalpool pilvi. Oli mõningane turbulents ja jäätumine ning lennuki jäätõrjesüsteemid olid sisse lülitatud. Jäätõrjet lennuki tiibadel ja mootoril jälgiti lennuki jäätumiseanduri abil ja kontrolliti taskulambiga tiibu ja mootorit valgustades.

Kell 16.19 tuli lennuk hääle Kärkla lennujuhtimisüksuse sagedusel ja teatas, et on lennutasandil FL60 suunaga raadiomajakale (NDB) "OZ" ning küsis tegelikku ilma.

Kärkla lennujuht edastas alljärgneva ilmateate.

Tuul 020° 24 KT (so 12,35 m/s), nähtavus 8000 meetrit, lumi, täispilvisus 1200 jalga, oluline pilvisus 600 jalga, temperatuur 0°, kastepunkt 0°, õhurõhk QNH 1001, raja pidurdusomadus hea ja kasutatav rada 32.

Teine piloot vastas, et info on vastu võetud.

Tuule nurk maandumisel oli 59° ja An-28 lennukäsiraamatu kohaselt on lubatud tuule kiirus 60° puhul 11 m/s.

Kell 16.20 teatas teine piloot, et on valmis alustama laskumist.

Kärkla lennujuht teatas uuesti kasutatava raja 32 ja andis loa laskuda kõrgusele 1400 jalga, üleminekutasand 50, QNH 1001. Teine piloot luges saadud loa ja informatsiooni õigesti tagasi.

16.22 küsis lennujuht kinnitust, et lennata on 43 km, millele teine piloot vastas, et lennata on veel 41,5 kilomeetrit.

Lennuk lähenes raadiomajakale "OZ" kursiga 240°.

16.27 teatas teine piloot lennujuhile, et lennuk saavutab kõrguse 1400 jalga. Lennujuht teatas, et kaugus on 11 kilomeetrit. Poole minuti pärast küsis ta piloodilt, kas rada on näha.

16.28 vastas piloot lennujuhi küsimusele eitavalt. Lennujuht teatas kauguseks 7 kilomeetrit. Eelnev side lennujuhi ja ELK1007 vahel toimus inglise keeles. Edasine side oli vene keeles. Kohe peale kauguse teatamist, olles jälginud lennuki lähenemist radaril, soovitas lennujuht kontrollida asukohta, öeldes seejuures, et lennuk on liiga lähedal.

16.29 küsis lennujuht kas lennuk laskub või navigeerib raadiomajakale. Kapten vastas, et tulevad välja laskumisega. Kümne sekundi pärast käskis lennujuht teatada lähenemisprotseduuri. Kapten vastas, et näeb rada ja sooritab lähenemise. Hetke pärast kordas teine piloot, et sooritab lähenemist ja näeb rada.

Lennujuht nägi lennuki vilkurmajakaid. Siis kadus lennuk lennujuhi vaateväljast ja lennujuht eeldas, et lennuk jäi lennurajast veidi edelasse jääva kõrgema metsatuka varju.

1.1.2. Järgnevad sündmused

Paari minuti pärast, kui lennuk nähtavale ei tulnud ja ka Kärkla Torniga sidet ei võtnud, hakkas lennujuht õhusõidukit otsima ja edastas õhusõidukile raadio teel kolm vastuseta jäänud päringut ja küsis ka lennujaama perroonil lennuki vastuvõtuks valmistuvatelt töötajatelt lennuki kohta. Sealt vastati, et lennukiga vist juhtus midagi.

Lennujuht kuulutas 16.34 välja häire ja teatas juhtunust lennujaama päästemeeskonnale, Hiiumaa Päästeametile, lennupääste koordinatsioonikeskusele, Hiiumaa haiglale, Piirivalve lennusalgale ja Lennuameti lennuintsidentide uurijale.

Lennuintsidentide uurija suundus kohe koos oma Lennuameti töötajast abilisega sündmuskohale, kuhu jõudmiseks kasutati Piirivalve Lennusalga lennukit L-410, mis oma lennuandmetelt on ligilähedane õnnetusse sattunud lennukiga An-28. Kuna lennuk L-410 startis umbes poolteist tundi pärast õnnetust, jõudis see Kärkla lennuvälja lähedusse kaks tundi pärast õnnetust ja seetõttu sooritas lähenemise ligilähedaselt samades ilmingimustes, kui õnnetusse sattunud lennuk.

1.1.3. Sündmuse asjaolude tuvastamise algus

Lennuõnnetuse uurimiskomisjoni liige jõudis õnnetuspaika ja alustas õhusõiduki ning sündmuskoha ülevaatus kaks ja pool tundi peale õnnetust. Kõik õhusõidukis olnud isikud olid selleks ajaks evakueeritud või ära viidud.

Sündmuse asjolute tuvastamisel sai uurimiskomisjon kasutada Kärkla lennujuhi, lennuki kapteni, pardasaatja, reisijate, lennuki kukkumiskoha läheduses viibinute ja vahetult peale õnnetust Kärklasse lennanud õhusõidukite meeskondade selgitusi.

Lennuki kapten oli pärast õnnetust võimeline sündmust hindama ja selgitas, et lennuks valmistumine oli tavapärane. Meeskond oli aegsasti lennukis ja valmistus lennuks. Ka lennuki reisiks ette valmistamisel ei ilmnenud mingeid probleeme. Lennuk hooldati vastavalt nõuetele, selle paakidesse tangiti 400 kg lennukipetrooli ja 600 kg kütusejäägi juures oli enne lendu kütuse kogus 1000 kg. Sooritatud tööde kohta (vorm A-1) vormistati AS *ENIMEX* töökäsk nr 32, millele kirjutasid alla ettevõtte hooldutööde insener ja lennuki teine piloot. Lennukit töödeldi 170 l jäätõrjevedelikuga Arktika (AS *ELK* nõudeleht nr 6).

Lennu algus kulges kapteni seletuste kohaselt tavapäraselt ja ilma kõrvalekalleteta, kuid lennuki laskumisel maandumissirgel Kärkla lennurajale 32 oli lennuk ootamatult kaotanud kiiruse ja hakanud juhitamatult vajuma. Vaatamata mootoritele võimsuse lisamisele kuni täisvõimsuseni, jätkas lennuk vajumist, kuni pörkus esmalt puude, siis maaga. Kapteni arvates oli tegu kas lennuki jäätumise, tuulenihke või nende koosmõjuga. Samuti kinnitas kapten, et lähenemisel raja 32 kaugmajakale *OZ* nägi ta lennuki lokaatoril lennukist ette-paremale jäävast rümpilvest tekitatud indikatsioonimärki. Maandumiseelsel lähenemisel oli kapten oma seletuste kohaselt pidevalt lennuraja tuledega visuaalkontaktis.

Pardasaatja selgitusel oli lennu algus olnud tavapärane. Maandumisel olnud tunda tugevamat lennuki loopimist (turbulentsi) ja olnud märgata lennuki mootorite võimsuse lisamist. Ta sai alles pärast lennuki lõplikku peatumist aru, et nad ei maandunud vaid kukkusid. Seejärel hakkas ta tegelema reisijate lennukist evakueerimisega läbi parema avariiväljapääsu, kuna vasakut avariiväljapääsu ta avada ei suutnud.

Reisijad märkisid oma tunnistustes, et läbi avatud piloodikabiini ukse nähti mingil lennuetapil pilootidepoolset akende pühkimist, mõnevõrra suuremat turbulentsi lennu lõpupoole ja mootorite tugevamat häält enne maaga kokkupõrget ning mingi punase signaaltule süttimist piloodikabiinis.

Sündmuse ajal lennuki kukkumiskoha läheduses viibinud tunnistajad väitsid, et lennuki maandumise ajal olnud tugev tuulepuhangutega lumesadu. Samuti kinnitas maandumissirgel kahe raadiomajaka vahel elav tunnistaja, et lennukimüra järgi otsustades (lennukit ennast tugeva lumesaju tõttu näha polnud) lennanud lennuk tavalistest lennurajale 32 suunduvatest lennukitest madalamalt ja sadakond meetrit maandumissirgest vasakul pool.

Paar tundi hiljem samal lennuväljal maandunud kopteri Mi-8 ja lennuki L-410 meeskonnad tugevat jäätumist, tugevat turbulentsi ega mingeid erilisi ilmanähtusi ei täheldanud. Siiski kinnitas lennuki L-410 meeskond maandumissirgel Kärkla lennurajale 32 toimunud ootamatut visuaalse kontakti kadumist rajatuledega mõneks sekundiks pilvedesse sattumise tõttu.

1.2. Kehavigastused

Reisijatesalongi eesosas, parempoolse piloodi taga istunud reisija sai mitmeid selgroo- ja luumurde ning suri maapinnaga kokkupõrkel saadud löögist põhjustatud südamevatsakese rebendi tagajärjel.

Reisijatesalongi eesosa paremal pool istunud poiss sai selgroovigastusi ja ajutrauma ning suri nädala pärast teadvusele tulemata.

Salongi eesosas istunud reisijad said raskemaid luumurde ja löike- ning rebestushaavu ning viibisid pikemaajalisel haiglaravil. Salongi tagaosas istunud reisijad ja pardasaatja said kergemaid vigastusi.

Lennuki kapten sai raskeid kehavigastusi - selgroovigastus, põrutused, näotraumad.

Teine piloot sai üliraskeid vigastusi - selgroovigastus, ajupõrutus.

1.3. Õhusõiduki vigastused

Õhusõiduki kõik konstruktsiooniosad ja mootorid said tõsiselt vigastada ja lennuk ei kuulu taastamisele.

1.4. Teised vigastused

Vigastada said mõned kukkumiskohas kasvanud väheväärtuslikud lehtpuud.

Keskkonnasaastatus lennukipetroolist oli minimaalne, kuna enamus lennukis olnud kütusest jäi paakidesse ja pumbati sealt välja pärast lennukivraki koristamist.

1.5. Personali andmed

Kapten

Vanus: 46 aastat

Sugu: mees

Lennundusloa tüüp: liinipiloodiluba (ATPL)

Lennundusloa kehtivuse aeg: 10.04.2006

Meditsiinilise tunnistuse kehtivuse aeg: 23.04.2002 piiranguteta

Pädevusmärked: mitmemootorilised maalennukid

An-72/74 kapten-kontroll-lendur, IFR M 1, kontroll-lend 23.04.2001

An-28 kapten, IFR M 1, kontroll-lend 20.07.2002

<u>Lennutunnid:</u>	<i>viimase 24 tunni</i>	<i>viimase 90 päeva</i>	<i>kokku:</i>
	<i>jooksul:</i>	<i>jooksul:</i>	

<i>Antud lennukitüübil:</i>	30 min	6t. 25 min	43t. 58 min
-----------------------------	--------	------------	-------------

<i>Kõikidel lennukitüüpidel:</i>	30 min	192t. 16 min	9840t. 09 min
----------------------------------	--------	--------------	---------------

<i>Tööaeg:</i>	1 t. 30 min
----------------	-------------

Puhkuse kestvus enne tööle asumist: 27 tundi

An-28 kapteni kohustes olemise aeg: 4 kuud

Lennuki kapten on suurte lennukogemustega piloot, kes oli ettevõttes ametis ka lennukoolituse juhina. Kapten on lõpetanud Aktjubinski Kõrgema Tsiviillennukooli ja töötas peale kooli lõpetamist 1979 aastast Eesti Tsiviillennundusvalitsuses lennuki Jak-40 ja hiljem Tu-134 teise piloodina. Aastal 1990 sai ta lennuki Tu-134 kapteniks ja lõpetas töö 1993 aastal AS-i *Estonian Air* piloodina, olles lennanud 1285 tundi Tu-134 kaptenina. 1994 aastal asus kapten tööle

lennuettevõttes AS ENIMEX, kus töötas lennukite An-72 ja An-74 kaptenina, tüübiinstruktorina ja kontroll-lendurina ning lendas kaptenina 3165 tundi.

Kokku oli kaptenil 4494 lennutundi lennukikaptenina neist öösel 1437 tundi.

Lennukil An-28 oli kaptenil lennuaega 43 t. 58 min, neist öist 5 t. 50 min.

1999. aasta 22 veebruaril sai kapten 2 tundi 20 minutit lennuväljatreeninglende lennukil An-28. Treeninglende tüübikoolituseks lennukil An-28 jätkas kapten juulis 2001 ja sai An-28 kapteni-pädevuse ning on sellest ajast lennanud nii An-72 kui An-28 kaptenina.

Teine piloot

Vanus: 23 aastat

Sugu: mees

Lennundusloa tüüp: ametpiloodiluba (CPL)

Lennundusloa kehtivuse aeg: 31.10.2006

Meditšiinilise tunnistuse kehtivuse aeg: 03.11.2002 piiranguteta

Pädevusmärked: mitmemootorilised maalennukid

An-28 teine piloot, IFR, kontroll-lend 12.10.2001

<u>Lennutunnid:</u>	viimase jooksul	24 tunni	viimase jooksul	90 päeva	kokku
<i>Antud lennukitüübil:</i>	30 min		106 t. 25 min		290 t.25 min
<i>Kõikidel lennukitüüpidel:</i>	30 min		106 t. 25 min		472 t.46 min
<i>Tööaeg:</i>	1 t. 30 min				
<i>Puhkuse kestvus enne tööle asumist:</i>		31 tundi			
<i>Teise piloodi kohustes olemise aeg:</i>		8 kuud			

Pardasaatja:

Vanus: 27 aastat

Sugu: naine

Lennundusloa tüüp: salongipersonali liikme luba

Meditšiinilise tunnistuse kehtivuse aeg: 30.04.2002

Töökogemus pardasaatjana: 5 aastat 7 kuud

1.6. Andmed õhusõiduki kohta

An-28 on kahe turbopropellermootoriga, ninarattaga, mittesissetõmmatava telikuga, toestatud ülatiivaga, kahe kiiluga, 2 piloodi- ja 17 reisijakohaga universaalne kohalike liinide lennuk. Maksimaalne lubatud lennukaal on 6500 kg. Lennukil puudub autopiloot. Lennukil on instrumentaallennuvarustus ja lennuk võib sooritada lende tugavates jäätumistingimustes õhutemperatuuril mitte alla -20°C. Lennuki maksimaalne lubatud külgtuule komponent (90°) maandumisel on 10 m/s.

Riigi registreerimistunnus: ES-NOV

Omanik ja käitaja: AS ENIMEX

<i>Valmistaja:</i>	Mieleci lennukitehas (Poola)
<i>Õhusõiduki tüüp:</i>	An-28 (Antonov-28)
<i>Valmistamise aasta:</i>	1986
<i>Seeria number:</i>	1AI003-03
<i>Lennukõlblikkustunnistuse kehtivus:</i>	kuni 19.04.2002
<i>Õhusõiduki üldlennuaeg kokku:</i>	1690 tundi
<i>Maandumismiinimum:</i>	I cat ICAO

Viimane tehnohooldus F-3 teostati 16.09.1999. a. 1330 lennutunnil.

Õnnetuse hetkel ei ületanud õhusõiduki mass ja tsentreering (st raskuskeskme asend) kehtestatud piiranguid. Õhusõiduki mass oli 6100 kg, õhusõiduki raskuskese asetses 28,0% keskmisest aerodünaamilisest kõõlust.

1.7. Ilma andmed

Ilma Tallinna ja Kärkla piirkonnas kujundas keskpunktiga Läti kohal oleva madalrõhuala (minimaalse õhurõhuga kell 12.00 - 995 hPa) põhjaserv. Tsüklon oli täitumas ja selle liikumiskiirus aeglustunud. Madalrõhkkonnaga seotud soe front oli väheliikuv ja ning ulatus Kaunasest Smolenskini, külma front Kaunasest Minskini. Tsükloni põhjaserva loodeosas vaadeldi faktilistel andmetel järgmisi ilmingimusi: maapinna lähedal kirdetuul kiirusega 5-10 m/s st 10-20 sõlme, kohati nõrk lumi ja uduvine, nähtavus 4-10 km, kihtrümpilved alapiiriga 200-300m, õhutemperatuur maapinnal miinus 2-4 kraadi. Eesti rannikul ja saartel oli kirdetuul kiirusega 10-12 m/s, kohati rünsajupilved alapiiriga 100-200 m, aeg-ajalt hooglumi nähtavusega 2-4 km, õhutemperatuur maapinnal -0° kuni -2°. Aeroloogilistel andmetel oli Kärkla piirkonnas, õhukihis maapinnast kuni 1000 meetrini e 3000 jalani, kirdetuul kiirusega 30-40 km/t ja nõrk külma õhu juurdevool, mille tõttu võis eeldada, et õhutemperatuur langes kõrgusega ühtlaselt. Lähtuvalt sünoptilisest seisundist ei olnud perioodil 15.00-18.00 tingimusi turbulentsuse või tuulenihe tekkimiseks. 23. novembril ei laekunud lennujuhtidelt Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudile ühtegi teadet Eesti lennuinfo piirkonnas lennanud õhusõidukite pardalt edastatud informatsioonist ohtlike ilmanähtuste (turbulentsus, tuulenihe, jäätumine jms) kohta.

Kell 14.50 oli faktiline ilm Kärkla lennuväljal (METAR 14.50) järgmine:

- tuul 020 kraadi 22 sõlme (02022KT),
- nähtavus 10 km või enam (9999),
- kerge lumesadu (-SN),
- pilved: mõõdukas pilvisus 900 jalga (SCT009), mõõdukas pilvisus rünsajupilvedest 1900 jalga (SCT019CB), täispilvisus 2600 jalga (OVC026),
- temperatuur 0°C ja kastepunkt 0°C (M00/M00),
- õhurõhk merepinnal 1000 hPa (Q1000).

Kell 14.30 Tallinna Lennumeteoroloogiajaama poolt koostatud lennuväljaprognos (TAF) Kärkla kohta ajavahemikuks 15.00 – 18.00 sisaldas järgmist:

- tuul 020 kraadi 22 sõlme (02022KT),
- nähtavus 6 km (6000),

- pilved: oluline pilvisus 900 jalga (BKN009), mõõdukas pilvisus rüksajupilvedest 1300 jalga (SCT013CB)
- ajuti 15.00 – 18.00 nähtavus 800 meetrit, tugev hooglumi (+SHSN), vertikaalne nähtavus 200 jalga (VV002)
- tõenäosusega 40 % ajavahemikus 15.00 – 18.00 ajuti tuul 020 kraadi 20 sõlme, tuulepuhangud 30 sõlme (02020G30KT)

Enne väljalendu helistas lennuki kapten mobiiltelefoniga Kärkla lennujuhile ja küsis informatsiooni ilma ja lennuraja seisukorra kohta. Kärkla lennujuht informeeris kaptenit, et lennurada on reagentidega töödeldud, lumest vaba ja pidurdusomadus hea, st pidurduskoefitsient on üle 0,4.

Vastavalt regulaarsele ilmateatele (METAR 15.50) oli sel ajal ilm Kärklal järgmine:

- tuul 020 kraadi 22 sõlme (02022KT),
- nähtavus 10 km või enam (9999),
- kerge lumesadu (-SN),
- pilved: oluline pilvisus 800 jalga (BKN008), täispilvisus 2500 jalga (OVC025),
- temperatuur 0°C ja kastepunkt 0°C (M00/M00),
- õhurõhk merepinnal 1001 hPa (Q1001).

Lennu eel saadud ilma puudutav informatsioon vastas kriteeriumidele, mis võimaldavad lennu sooritada ning kaptenil polnud seetõttu põhjust keelduda lennu sooritamisest.

1.8. Navigatsiooniseadmed

Kärkla lennuväljal töötasid raja 32 raadiomajakad (*NDB*) - kaugmajakas (*LO*) *OZ* ja keskmajakas *O*.

Samuti oli sisse lülitatud ja kasutamiskvaliteet täppislähenede radar (*PAR*).

Lennukil oli navigatsioonivahendeist sisse lülitatud kaks raadiokompassi *ARK 15M*, pardaradar *RDR130* ja kaks satelliitnavigatsiooni seadet (*GPS*) - *Garmin 195* kaptenile ja *Trimble 2000 Approach* teisele piloodile.

Kapteni raadiokompassil olid seatud Kärkla lennuraja 32 keskmajaka *O* sagedus 441 kHz ja Tallinna lennuvälja raja 08 kaugmajaka *IB* sagedus 329 kHz. Teisel piloodil oli raadiokompassil seatud Kärkla majakate *OZ* sagedus 317 kHz ja *O* sagedus 441 kHz.

Kapteni *GPS* oli lülitatud kaardi režiimile ja näitas lennuki asendit lennuraja 32 suhtes. Teise piloodi *GPS*-is oli lennuplaani režiimi sihtpunktiks (peale majakat *OZ*) sisestatud Kärkla lennuvälja lennuraja 32 koordinaadid 58°59'130 N ja 022°50'250 E. Lennuõnnetuse uurimise ajal ei õnnestunud seadme vigastuse tõttu käivitada navigatsioonirežiimi ja seetõttu ei olnud võimalik tuvastada, millisesse punkti navigeerimiseks oli teine piloot oma *GPS*-i häälestanud lennu lõpuetapil.

1.9. Side

Õnnetusele eelnevalt peeti sidet Kärkla lennujuhtimisüksusega sagedusel 130,30 MHz alguses inglise ja seejärel vene keeles. Side kvaliteet oli hea ja see sündmuse arengule negatiivset mõju ei avaldanud.

1.10. Andmed lennuvälja kohta

Kärdla lennuväli asetseb Kärdla keskusest 5 km idas. Lennuväljal on üks asfaltbetoonkattega lennurada 14-32 (141° - 321°) mõõtmatega 1520x30 m. Lennuraja 32 lävi on 260 m võrra nihutatud. Lennuvälja viitepunkt ($58^{\circ}59'27''$ N ja $022^{\circ}49'51''$ E) asetseb lennuraja telgjoonel lennuraja 14 lävest 760 m kaugusel ja kõrgusel 16 jalga merepinnast. Lennuväljal paiknevad takistused on tähistatud vajaliku värvi- ja tuledemarkeeringuga. Lennurada, ruleerimistee ja perroom on varustatud tuledega. Lennurada 32 on varustatud lihtsate madala intensiivsusega lähenemistuledega (Simple ALS LIL), mis koosnevad kümnest 60 meetriste vahedega paiknevast maandumisraja 32 raja telgjoone pikendust tähistavatest valgest tulest ja 600 meetrit enne lennuraja 32 nihutatud läve nendega ristuvatest 10- st valgest kümnemeetriste vahedega paigutatud tulest. Instrumentaallähenemiste sooritamiseks on lennuväljal võimalik kasutada täppislähenemise radarit (PAR), mis paikneb lennuraja keskpunktiga kohakuti lennuraja läänepoolsest servast 80 meetri kaugusel ja kahte raadiomajakat - kaugmajakas (LO) 317 OZ, mis paikneb lennuraja 32 lävest 2,11 NM (3908 m) kaugusel ja keskmajakas (LM) 441 O 0,5 NM (926 m) kaugusel. Ohutu kõrgus instrumentaallähenemise alustamiseks on 1400 jalga. Lennuväljal on tagatud varuelektrogeneraatori sisselülitumine 2 minuti jooksul lennujaama elektrienergiaga varustamise taastamiseks.

Kärdla lennuliiklusteenindusüksus osutab nii lennujuhtimisteenust kui lennuvälja lennuinfoteenust lähtudes Eesti Lennundusteabe Kogumikus (AIP) avaldatud tööaegadest. Sõltuvalt osutatavast teenusest on Kärdla lähi- ja lähenemisalas vastavalt kas kontrollitav õhuruum C (lennujuhtimise korral) või kontrollimata õhuruum G+ (lennuvälja lennuinfoteeninduse) korral. Väljaspool teenuse osutamise aegasid on eelmainitud õhuruumi osades kontrollimata õhuruumi klass G. Õnnetuse päeval kehtinud AIP-s oli tööaja kohta märge "HO", mis tähendab, et teenindus tagatakse kooskõlas käitamistingimustega. Õnnetuse ajal osutati lähi- ja lähenemisalas lennujuhtimisteenust, mille aluseks oli regulaarlendu ELK1007 puudutav korduvlennuplaan. Korduvlennuplaani alusel teostatavate IFR-lendude sooritamiseks on nõutav lennuliiklusteeninduse osutamine kasutatavatel lennuväljadel. Teenuse osutamist Kärdla lennujaamas käsitleb ka AS Kärdla Lennujaama juhataja käskkiri nr. 12 / 20. oktoobrist 2001, mille järgi seoses talvise lennuplaani jõustumisega osutatakse teenust reedeti ajavahemikes kell 07.00 kuni 10.00 ja 13.00-17.30. Tallinna lähenemislennujuht andis meeskonnale käskluse võtta ühendust Kärdla Torniga, mis on lennujuhtimisüksuse kutsungiks. Edasine lennu kulgemine ja raadioside näitasid, et lend toimus vastavalt kontrollitavas õhuruumis (õhuruumi klass C) kehtivatele reeglitele kuni lennuki laskumiseni allapoole 1400 jalga.

1.11. Lennuparameetrite registraatorid

Pardaandmete registraator *BUR-1* ja pardakõnede registraator *MS-61* olid töökorras ning õnnetuses vigastusi ei saanud. Pardakõnede registraator *MS-61* salvestab vaid lennukiroolidel asetsevate raadio- ja siseside lülitite vajutusel piloodi kõrvaklappide garnituuri mikrofoni poolt vastuvõetud helisid ja sellele lisaks ka hoiatustabloo helisignaali.

Salvestid demonteeriti lennuki vrakist, andmed dešifreeriti ja neid kasutati õnnetuse uurimiseks (andmed lisades 1, 2).

1.12. Õhusõiduki ülevaatuse tulemused

Lennuki kukkumiskoht (koordinaadid N $58^{\circ}58'58''$ ja E $022^{\circ}45'51''$) oli 50 meetrit maandumisraja 32 telgjoone pikendusest paremal, 1760 m enne lennuraja 32 nihutatud läve e 1500 meetrit enne asfaltkattega lennuraja algust. Lennuk asetses hõredalt kasvavate kõrgete ja

keskmise kõrgusega lehtpuudega kaetud ning paiguti võsastunud alal. Maapind oli kaetud umbes poolemeetrisel veekihiga, millel oli kohati mõne millimeetri paksune jää.

Oli tunda petrooleumi lõhna, kuid see ei olnud eriti tugev ja iseloomulikke kütuselekked järgi ei olnud kuigi palju.

Lennuk oli pöördunud puude ja maapinnaga kokkupõrkel oma liikumissuunast 120° võrra paremale. Lennuki kere oli normaalasendis, kuid lennuki saba oli umbes meetri võrra ninaosast ülalpool ja toetus vasaku avariiväljapääsu kohalt kolme kõrvutikasvava kase umbes 0,2 m lähimõõduga tüvedele, millede vastu põrkudes oli lennuki kere tugevasti deformeerunud. Lennuki kere tagaosa oli kallutatud 40° võrra vasakule ja seetõttu oli lennuki vasak kiil peaaegu vastu maad, kuid parem kiil ja stabilisaatori parem pool toetusid tüüridega mõne meetri kõrguselt vastu jalamilt 0,3 meetrise lähimõõduga kase tüve. Parema avariiväljapääsu luuk oli lahti ja avariiväljapääsu alumine serv oli maapinnast umbes 2 m kõrgusel. Avariiväljapääsude valgustusplafoonid tekstiga "EXIT" ei põlenud. Lennuki ninaosa oli tiiva eest kere paremalt poolt umbes poole meetri võrra lahti rebitud ja oli kere tagumise osa suhtes pöördunud umbes 10° vasakule ja väänatud umbes 10° päripäeva. Lennuki ninaosal olid vasakul pool mõned mõlkdeformatsioonid kokkupuutest puude võradega. Lennuki ninaosa esiosal ja paremal küljel oli tugevaid purustusi. Piloodikabiini esiklaasid olid terved, kuid vasak küljeklaas oli purunenud. Lennuki ninaosas asetsevad akumulaatorpatareid olid eraldunud ja vette kukkunud. Lennuki ninaratas ja põhirattad ei olnud kere küljest eraldunud. Parema piloodiistme kõrvalt oli lennukikerest piloodi päästmiseks suur tükk välja lõigatud.

Lennuki vasaku pooltiiva tala oli murdunud väljapool vasakut mootorit ja parema pooltiiva tala oli murdunud lennuki kere lähedalt, kuid pooltiivad ise polnud kerest eraldunud. Ka mõlemad tiivatoed olid murdunud ja peateliku konsool kere küljest lahti rebitud. Parema tiiva ots oli täielikult murdunud kolme meetri kauguselt tiiva otsast ja lebas nurgeti parema tiiva ees vee all.

Visuaalselt hinnates olid tagatiivad sissetõmmatud asendis.

Lennuki vasaku mootori reduktori korpus oli turbiinkorpuse küljest lahti murdunud ning päripäeva pöördumisel propelleri rummu voolundajaga purustanud vasaku piloodiakna. Parema mootori oli tervenisti tiiva küljest eraldunud ja olles 4 meetrit piki tiiva esiserva paremale nihkunud, lebas tiiva ees vees. Mõlema propelleri kõik kolm laba olid deformeerunud ja jäänud erinevatele seadenurkadele, kuid ilmsed mootori võimsusel pöörlemise tunnused (ettepoole kõverdunud labaotsad) neil puudusid.

Ka ei olnud lennuki propelleritel, tiibade, stabilisaatori ega kiilude esiosal näha jäätumise tunnuseid. Kogu lennuki pealispind oli küll kaetud mõne millimeetri paksuse jäätunud lumekihiga, kuid see oli ilmselt tekkinud sademetest peale õnnetuse toimumist.

Lennuki piloodikabiini esiklaaside elektrilise soojenduse mõlemad lülitid olid seatud nõrgale soojendusrežiimile. Mootorite ("POS Dvigateli") ning tiibade ja saba ("POS Krõla i operenija") jäätõrje lülitid olid lülitatud asendisse "käsitsi" (st sisse lülitatud). Õhurõhuvastvõtjate elektrisoojendus oli sisse lülitatud.

Raadiokõrgusmõõtja kõrgushoiatuse signalisaator oli 0 asendis st mitte aktiveeritud.

Lennuki kell-kronomeetri klaas oli purunenud ja osutid olid peatunud asendis 16.30'30''.

Lennuki piloodikabiinis oli lendu ja lennukit puudutavaid dokumente. Parema armatuurlaua all lebas lennuväljade maandumisskeemide kogumik "Jeppesen", mis oli avatud Kärkla lennuvälja instrumentaallähenemise skeemi kohalt ja mille vedru-kõitelukkude vahele oli jäänud umbes 0,3dm² suurune lennuki akna orgaanilise klaasi tükk.

1.13. Meditsiinilised ja patoloogilised andmed

Pilootidele pärast õnnetust tehtud analüüsid vere alkoholisisalduse kohta olid negatiivsed.

1.14. Tulekahju

Tulekahju ei tekkinud.

1.15. Ellujäämise faktorid

Lennõnnetuses hukkunud ohvrite arvu piirdumine vaid kahe isikuga oli tingitud lennuki vajumisest väikese vertikaal- ja horisontaalkiirusega; lennuki kukkumispäiga pehmest madala veega kaetud pinnasest, lööki pehmenemise keskmise jämedusega puude olemasolust, tulekahju mittepuhkemisest; turvavööde kasutamisest reisijate ja meeskonna poolt; päästameeskonna kiirest saabumisest ja õnnetuspäiga asetsemisest elumajade ning tee lähedal.

1.16. Katsetused ja uurimised

Uurimiskomisjoni poolt sooritati lennukil C-172 sündmuskoha ülevaatus õhust ja liikumistrajektoori ligikaudne simuleerimine. Sellega saavutati sündmuse kulgemise analüüsi ja sündmuspäiga füüsikalise-geograafiliste andmete kirjeldamise võimalus.

Lennukil An-28 korraldati uurimiseksperiment lennuki juhitavuse, inertsi, püsivuse, väljavaate, hindamiseks väikestel kiirustel ja mootorite madalatel töörežiimidel. Kuna eksperimenti sooritati ilma lastita lennukil (lennuki kaal 5200 kg, so 900 kg võrra kergem õnnetusse sattunud lennuki lennukaalust), millel sellest tulenevalt oli raskuskeskme asendiks 23% tiiva keskmisest aerodünaamilisest kõõlust ja mitteturbulentsetes atmosfääritingimustes, on võrdlusandmed tinglikud. Siiski õnnestus põhijoontes modelleerida pardaregistraatori andmetele vastavat õhusõiduki käitumist. Ainsateks erinevusteks olid:

- väiksemad (umbes 1 m/s) vertikaalkiirused vastavatel mootorite töörežiimidel ja lennuki kiirustel;
- küllaltki kergelt toimunud lennuki kiiruse suurendamine ja vajumise lõpetamine võimsuse lisamisel nominaalrežiimini.

1.17. Organiseerimine ja administratiivtegevus

Õnnetusega lõppenud lend oli üks kolmest nädala jooksul Tallinnast Kärklasse ja tagasi sooritatavast regulaarlennust, milliste sooritamise õigus oli lennuettevõttel *ELK Lennuliinid*. *ELK Lennuliinid* oli sõlminud rendilepingu AS *ENIMEX* lennukite An-28 kasutamiseks. Ka õnnetusega lõppenud lennu sooritamiseks kasutas *ELK Lennuliinid* ettevõttelt AS *ENIMEX* renditud lennukit koos meeskonnaga.

Vastavalt rendilepingu punktile 3.1.4 oli lennuki käitajaks ettevõtte AS *ENIMEX*.

2. ANALÜÜS

2.1 Analüüs BUR-1 ja kabiinisisese kõne salvestise andmete najal

Lennuparameetrite registraatori *BUR-1* salvestused dešifreeriti Varssavis elektroonikaseadmeid tootvas ettevõttes *P.P. ATM* vastavate seadmetega ja salvestati kogumahus edasiseks analüüsiks CD-le ja osalt ka 3,5 tollisele arvutidisketile. Analüüsitud parameetrid (koos tingmärkidega) salvestustel olid järgmised:

Analoogandmed - baromeetiline kõrgus - *H-BAR*; raadiokõrgus - *H-RAD*; tagatiibade asend - *KLAP-čK*; lennuki kurss - *KURS*; lennuki vertikaaltelje suunalised kiirendused (e ülekoormus) - *NZ*; lennuki pikinurk e tangaaž - *POCHYLENIE*; lennuki kalle - *PRZEC*; pöördetüüride asend - *STER AK*; kaldtüüride (eleroonide) asend - *STER-čL*; kõrgustüüri asend - *STER-čW*; lennuki kiirus õhu suhtes - *UPP*; vasaku mootori kütuseagregaadi juhtimissektori asend (vastab piloodikabiinis oleva vasaku mootori juhthoova asendile) - *DSS- L*; parema mootori kütuseagregaadi juhtimissektori asend (vastab piloodikabiinis oleva parema mootori juhthoova asendile) - *DSS- P*; vasaku propelleri pöörded - *OS-L*; parema propelleri pöörded - *OS-P*; vasaku turbiini pöörded - *OT-L*; parema turbiini pöörded - *OT-P*.

Ühekordsete käskluste signaalid - vasaku mootori väljalülitumine (rike) - *USZKODZ-L*; parema mootori väljalülitumine (rike) - *USZKODZ-P*; tiivaspoilerite (intertseptorite) asend *WYP-SPOJL*; tiibade ja saba jäätõrje kuuma õhu klapp vasakul mootoril - *OBLO-L*; tiibade ja saba jäätõrje kuuma õhu klapp paremal mootoril - *OBLO-P*; jäätumissignaal - *OBLO*; jäätõrjesüsteemi lüliti asend käsitsi - *OBLO-PIL*; vasaku mootori flügeerumisautomaatika sisselülitumine - *GOT-CHOR-L*; parema mootori flügeerumisautomaatika sisselülitumine - *GOT-CHOR-P*.

Salvestuse taatlemiseks kasutati lennukit käitanud ettevõtte hooldusorganisatsioonist saadud konkreetse (*1AI003-03*) lennuki taatlemisgraafikuid. Salvestuse väljaprindil esinevad üksikud analoogandmete kõikumised ja ilmsed häiremärgid ei seganud põhimõttelist lennuparameetritele hinnangu andmist.

Kabiinikõnede salvestust kuulati uurimiskomisjoni poolt, sellest tehti väljakirjutis ja selle aegasid võrreldi pardaregistraatori ajaskaalaga. Ajamärgid ning vastavad tegevused olid sünkroonsed umbes sekundilise täpsusega.

Analüüsis on Kärkla lennujuht tähistatud **-LJ**, lennuki kapten **-K**, lennuki teine piloot **-2P**.

2.1.1 Lennu kulg viimase kolme minuti jooksul

Analüüsis on aega arvestatud kahanevalt kuni maaga kokkupõrkeni ajahetkel 00.

I etapp - 3.00-2.00.

Lend kulgeb normaalselt. Lennuki kurss on 240°, kiirus umbes 290 km/t, kõrgus raadiokõrgusmõõtja järgi 1280-1400 jalga (baromeetiline standardrõhu registraator annab kõrguseks 600 m, mis parandatult lennuvälja *QNH*-le teeb 490 m e 1630 jalga). Ülekoormuse registraatori salvestuse kõveral võib märgata atmosfääri turbulentsuse olemasolu. Kõrgustüüri asend on umbes +4° ja selle liikumised on minimaalsed.

Ühekordsetest käsklustest on registraatoril etapi algusest (ja jäävad kuni lennu lõpuni) järgmised signaalid:

- 1) Jäätumissignaali (*OBLO*) lennuki jäätumisandurilt;
- 2) Tiibade ja saba jäätörjesüsteemi lüliti "käsitsi" asendi signaal (*OBLO-PIL*);
- 3) Tiibade ja saba jäätörje kuuma õhu klapi avatud oleku signaal vasakul mootoril (*OBLO-L*);
- 4) Tiibade ja saba jäätörje kuuma õhu klapp paremal mootoril - *OBLO-P*.

Lennuki meeskond on saanud **LJ** maandumis- ja ilmingimused ning on teatanud lubatud kõrguse 1400 jalga saavutamisest õhurõhul (*QNH*) 1001 hPa. **2P** mõõteriistade paneelil on meeterskaalaga kõrgusmõõtja (*VEM-72*) ja see on seatud õhurõhule 750 mm Hg.

Meeskond ei ole määranud oma lähenemisprotseduuri - nii raadio- kui sisesides ei ole märke lähenemisseteavaldustest (briefingust). Ka raadiokõrgusmõõtjal ei ole seatud mingit kõrgusealarmi. Puuduvad kontroll-lehe täitmise käsklused.

2.51 teatab **LJ**, et lennuk on 11 km kaugusel, mille peale raadiosidet pidav **2P** vastab raadiosaatenupu vajutusega.

Koheselt järgneb sellele **K** käsklus – "Vasta O'Key!".

2.08 küsib **LJ** – "kas näete lennuvälja?", millele meeskond vastab 2.01, et ei näe.

Samal ajal toimub lennuki kursi vähendamine umbes 10° ja kiiruse suurenemine umbes 10 km/t.

II etapp - 2.00-1.30.

Lend jätkub kursiga 240° kõrgusel 1280-1400 jalga ja kiirusega umbes 300 km/t, kuid **LJ** on teatanud (1.59), et lennuk on 7 km kaugusel ja soovitanud kontrollida, kas nad mitte liiga lähedale ei tule.

2P vastab nupuvajutusega st "selge" ja **K** seab (1.55) mootorite juhthoovad (st gaasihoovad) asendisse, mis vastab 55°-56°-le mootori kütusepumba sektoril, ehk "võtab gaasi maha"; siiski mitte täiesti, sest lennul lubatud tühikäigu asendiks (*PMG*) on 50°. Sealjuures on ilmne mõlema mootori juhthoova liigutamine 4 sekundi vältel alguses 4° võrra vähendamise, siis 8° suurendamise ja siis uuesti 16° võrra vähendamise suunas. Need salvestatud mootorite juhthoovade asendi muutused ei saa olla registraatori häired, kuna vaatamata signaalide andurite sõltumatusete teineteisest muutuvad nii vasaku kui parema mootori näidud sünkroonselt. Kuna samal perioodil puuduvad ülekoormuse muutumise kõveral aktiivsed kõikumised, on mootorite juhthoovade edasi tagasi liigutamise ainsaks võimalikuks seletuseks piloodipoolne ebakindlus laskumise alustamise otsuse tegemisel. Kuus sekundit peale lõplikku laskumisotsuse tegemist ja mootorite juhthoovade lõplikku seadmist asendisse 55°-56° ütleb **K** "Gasimsja", mis tähendab kiiruse vähendamise alustamist tagatiibade väljalaskmiseks. Samal ajal ei anta mingeid käsklusi jäätörje süsteemi väljalülitamiseks või kontrolliks ning lennuki tiibade ja saba jäätörjesüsteem jääb sisselülitatuks ning lennuki jäätörjesüsteemi vastavad mootoritest õhuvõtu klapid jäävad avatuks. *An-28* lennukäsiraamatus (8.1 lk 19/20 märkus *XX*) on täpsustatud, et sisselülitatud tiivasoojenduse (*POS*) puhul tuleb turbokompressori pöörete langemise alla 72 % vältimiseks gaasihoovad seada asendisse mitte alla 70°.

Lennuki kiirus hakkab langema. 22 sekundit pärast mootorite võimsuse vähendamist (1.33) on kiirus 190 km/t ja jätkab langemist.

K annab (1.29) käskluse tagatiivad 15° välja lasta ja alustab samal ajal pöörangut paremale.

2P alustab tagatiibade väljalaskmist ja kapten annab kaldtüüre parema kallaku tekitamiseks.

Etapi lõpus on lennuki kiirus langenud 180 km/t, lennuk on alustanud pöörangut paremale ja **2P** alustanud tagatiibade väljalaskmist.

Etapi lõpupoole on märgata kõrgustüüri umbes 3° väljalööki üles ja sellele järgnevat lennuki pikinurga suurenemist umbes +5°-ni.

III etapp - 1.30-1.00.

Mootorite gaasihoovad on kogu etapi jooksul seatud väikese võimsuse asendisse.

Etapi keskmisele (peale tagatiibade 25° väljalastud asendi saavutamist) lennukiirusele 165 km/t vastavaks keskmiseks lennuki pikinurgaks on -7° lennuki kõrgustüüri keskmise asendi +2° juures.

2P jätkab tagatiibade väljalaskmist ja **K** suurendab lennuki kallet. 1.24 annab **K** käskluse "tagatiivad kohe 25°" ja **2P** jätkab tagatiibade väljalaskmist.

1.20 on lennuk umbes 20° kaldes paremale ja kõrgus on hakanud vähenema vertikaalkiirusega umbes 6 m/s (keskmine $V_y = 6,0$ m/s on arvestatud laskumiseks 400 m võrra kulunud aja - 67 s alusel). Lennuki kiirus on langenud umbes 170 km /t ja see jätkab aeglast langemist - umbes 1 km/t ühe sekundi kohta.

Tagatiivad on väljas 25°. Peale lennuki kursi suurenemist kuni 300° viiakse lennuk (1.15) mõneks sekundiks vasakusse kaldesse, millega saavutatakse lennuki kurss 290° ja sellelähedaseks jääb kurss etapi lõpuni.

Etapi viimase 10 s jooksul on märgata kõrgustüüri kerget ülespoole kallutamist kuni asendini +1°, millega kaasneb ka pikinurga suurenemine etapi lõpuks -2°-ni ja kiiruse langus kuni 142 km/t. Samas on märgata paari sekundi jooksul toimunud kahte langevat turbulentsihoogu ($G +0,25$; nn "õhugaugud"), millega kaasneb kiiruse kõikumine ja millele järgneb kiiruse langus kuni 135 km/t.

Etapi lõpus on lennuki kõrgus langenud umbes 300 meetrini e 1000 jalani.

LJ küsib etapi lõpus (1.06) -"Kas tulete laskumisega või tulete raadiomajakale?", millele **K** vastab "Laskume, Stas, tuleme välja".

Samas (1.01) kommenteerib **K** sisesides: "Kilomeeter on jäänud kursini, natuke vähem".

IV etapp - 1.00-0.35.

Mootorite gaasihoovad on kogu etapi jooksul seatud väikese võimsuse asendisse 55°-56°.

Etapi keskmisele lennukiirusele 153 km/t vastavaks keskmiseks lennuki pikinurgaks on -6° ja seda kõrgustüüri 0° lähedase keskmise asendi juures. Kõrgustüüri liikumine toimub rahulikult paari kraadi ulatuses nii üles kui alla.

Lennuki kiirus kõigub vahemikus 135-160 km/t, vertikaalkiirus on jäänud 6,0 m/s. Lennuki kurss väheneb etapi alguses 290°-lt 270°-le ja etapi lõpus suurendatakse kurssi koordineeritud pööranguga (parem kalle kuni 20°) 320°-ni.

LJ küsib (0.50) "Millist lähenemist te teete?" millele mõlemad piloodid eraldi vastavad, et näevad rada ja sooritavad lähenemist ("Võpolnjaju zahod").

0.38 ütleb **2P**- "150 meetrit", millele **K** vastab -"Hea, kaugust meil jätkub". **2P** täpsustab 6 sekundi pärast -"2 km".

Etapi lõpuks on lennuk laskunud kõrgusele 125 m ja kaldes umbes 10° paremale.

V etapp 0.35-0.00.

Etapi alguses on lennuki mootorite gaasihoovad seatud ikka veel väikesele võimsusele (*IP-33* asend 55°-56°), kuigi lennukõrgus on 125 m ja lennukiirus 160 km/t ning lennuk laskub vertikaalkiirusega 6 m/s.

Keskmiseks lennukiiruseks kogu etapi jooksul on 130 km/ tunnis.

Etapi esimestel sekunditel (0.35-0.30) satub lennuk ootamatult turbulentsihooguga (tuulekeerisesse), mida **K** kommenteerib peale selle lõpu sõnadega "Vaata, kus viskas!" ("Vot eto shvõrnulo!"). Turbulentsihoog on selgesti identifitseeritav, kuna vaatamata lennukiirusele 160-150 km tunnis ja praktiliselt muutumatule kõrgustüüri asendile (selle kõikumised ei välju vahemikust -2° kuni $+2^\circ$) on samas ajavahemikus märgata ülekoormuse registraatori joone aktiivset kõikumist vahemikus $+1G$, $+1,2G$, $+0,8G$ $+1,2G$. Kuna lennukil ei registreerita külgiirendusi, ei saa objektiivselt hinnata tuulepuhangute täpset suunda ja tugevust, kuid olemasolevate andmete põhjal on alust arvata, et tuulepuhangu põhivektori suund lennuki suhtes oli ette-paremale-üles.

See tuulehoog põhjustab 5 sekundi jooksul lennuki asendi ja kiiruse järske muutusi:

- lennuki 8° parem kallak muutub -12° vasakuks kallakuks, vaatamata kapteni poolt eleroonide täielikule vastuandmisele umbes kolme sekundi jooksul;
- lennuki kurss suureneb esimese sekundi jooksul 320° -lt 325° -ni (5° paremale) ja järgneva 4 sekundi jooksul 290° (35° vasakule);
- lennuki pikinurk muutub -5° , $+1^\circ$, -5° , $+1^\circ$, -5° , $+1^\circ$;
- lennuki kiirus muutub 160 - 125 - 140 - 130 km/t ja jätkab siis vähenemist kuni 125 km/t.

Kuna lennukiiruse on pärast turbulentsiviseid langenud umbes 125 km/t hoiatab **2P** (0.25) - "Kiirus". Hetke pärast (0.21) küsib **K** - "Kõrgus, Sasha?"

2P vastab - "Kõrgus on vähe" (lennuki raadiokõrgusmõõtja kõrgus on siis 50 m) ja samal ajal lükatakse mootorite juhthoovad ette, kuid mitte täiesti - umbes 85° , pealegi kahandatakse mootorite režiimi 5 sekundi pärast umbes 80° -ni.

0.16 on lennuk raadiokõrguse registraatori andmetel umbes 30 m kõrgusel ja baromeetrilise kõrguse registraatori andmetel umbes 4 sekundi jooksul kogu lennu kõige madalamas punktis. isegi mõnevõrra madalamal kui lennuki kukkumiskoht ise. Kuna sellisele kõrgusele ei ole Kärkla lennuvälja lähedal võimalik laskuda, võib selline näit tuleneda vaid baromeetrilise kõrguse registraatori (anduri) kinemaatilise osa suurenenud hõõrdumisest. Seda kinnitab ka baromeetrilise kõrguse ebaühtlast (astmelist) langust kirjeldav joon. Baromeetrilise kõrguse registraatori staatilise õhurõhuvastuvõtu süsteemi kinnikülmumine pole võimalik, kuna registraatori baromeetrilise kõrguse andur saab staatilise õhurõhu kahest omavahel ühendatud Pitot torust. Mõlema Pitot toru samaaegne kinnikülmumine on ebatõenäoline ja pealegi peaks sel juhul säilima mingi suurem kõrgus registreeriv näit. Nii raadiokõrguse kui baromeetrilise kõrguse registraatori andmetele tuginedes võib kinnitada, et lennuk oli 16 sekundit enne maaga kokkupõrget laskunud allasetseva metsa puude latvadest vaid paarikümne meetri kõrgusele.

2P ütleb (0.16) kahtlevalt käskluse "Ülesse!" ("Naverh!"), millele **K** reageerib momentaalselt energilise lennukirooli enda poole võtmisega 2,5 sekundiks, tekitades kõrgustüüri väljalöögi lennuki nina tõstmiseks 12° , mis on suurim lennuki nina tõstmiseks tehtud juhtimisliigutus. Lennuki nina tõstmiseks tehtud väljalöögi eelnevalt oli kõrgustüüri asend kõikunud keskmise asendi -4° ümber amplituudiga -8° kuni 0° ja sagedusega umbes üks väljalöögivahetus sekundis. Kõrgustüüri energilise ülespoole suundumise tõttu hakkab lennuki pikinurk (tangaaž) aktiivselt suurenema ja algselt hakkab suurenema ka tõstejõud, mida võib hinnata ülekoormuse registraatori joone suundumisega umbes 6 sekundiks üle suuruse $+1G$ ja raadiokõrguse registraatori joone languse peatumisega. Lennuki pikinurk saavutab 12 sekundit enne maaga põrkumist oma maksimaalväärtuse 20° , mis 25° väljalastud tagatiibade juures on

väga suur pikinurk. Võrdluseks, ajahetkel 0.40 oli lennuki pikinurk samas konfiguratsioonis kiirusel 150 km/t –8°.

Lennuki pikinurga suurenemisele järgneb (0.13) iseenesest toimuv lennuki nina allavajumine, kalde tekkimine paremale (vaatamata sellele, et kaldtüürid on antud vasakule kallutamiseks) ja ülekoormuse vähenemine alla +1G ning lennuki nina aktiivset pöördumine 5 sekundi jooksul umbes 45°paremale, (kurss suureneb 300° kuni 345°).

0.13 annab **K** käskluse -"tagatiivad 15°, mille täitmist **2P** alustab 0.11 ja tagatiivad peatuvad asendis 15° ajahetkel 0.07. Lennuki pikinurk peatub suurusel umbes 0°, mis ilmselt vastab kõrgustüüri asendile (umbes 2°). Kuna lennuk on märgatavas paremas kaldes 16°-17° ja sellest tingituna ka paremas libisemises [vaatamata paremale kaldele viimase 15 sekundi jooksul lennuki kurss viimase 7 sekundi jooksul praktiliselt ei muutu (on 347°-350°) ning pöördetüüri asendi graafik (kollane joon) näitab lennu viimase 10 sekundi jooksul mõnekraadist vasakut väljalööki], jätkab lennuk siiski vajumist.

Lennuk on ajahetkel 0.07 umbes 20 m kõrgusel ja kiirus on langenud kuni 110 km/t - miinimumväärtus kiiruse kõveral on 107 km/t.

Ajahetkel 0.06 lükatakse mootorite juhthoovad täiesti ette ja nad jäävad sellesse asendisse lennu lõpuni. Kes tegelikult lükkas mootorite juhthoovad ette, kas **K** või **2P**, pole pardaregistraatori andmete põhjal võimalik öelda, kuna mingit käsklust siseside salvestuses kuulda polnud. (Kapteni antud seletuse kohaselt lisati võimsust kolm korda ja vastavalt sellele lükkas mootorite juhthoovad täiesti ette **2P**). Lennuki mootorite turbiinide pöörded hakkavad kohe tõusma ja mootorid hakkavad arendama maksimaalsele võimsusele lähedast võimsust 5 sekundi jooksul enne maaga kokkupõrget.

Lennuki kiirus õhu suhtes hakkab kasvama (lennu viimase 6 sekundi jooksul kõiguvad kiirusenäidud - ilmselt turbulentsusest puude latvade lähedal vahemikus 120-130-159 km/t.

Lennu viimase 13 s jooksul jääb lennuk vaatamata kaldtüüride vastuandmisele umbes 15° paremasse kaldesse.

Lennuk hakkab puutuma puid (0.02) ja siis põrkub maaga.

Pardaregistraatori andmetel käitus lennuk kõikidel kasutatud lennurežiimidel täielikus vastavuses antud lennukitüübi (*An-28*) lennukäsiraamatus kirjeldatud piloteerimisomapäraga ja mingeid jätumisest või muust tehnilisest rikkest tekkinud hälbeid pardaregistraatori andmetel ei ilmnenu.

2.1.2. Mootorite töö ja jäätörjesüsteemide kasutamine

Lennuki mootorite töös mingeid kõrvalekaldeid pardaregistraatorite andmetel ei olnud.

K poolt 1 minut ja 55 sekundit enne maaga kokkupõrget toimunud mootorite töörežiimi alandamine mootori juhthoobade seadmisega 55-56° asendisse oli tahtlik ja kahandas mootorite võimsust (turbiinide pöörded langesid vahemikku 70-68 %), mis oli vajalik kiiruse vähendamiseks, tagatiibade väljalaskmiseks ja laskumise alustamiseks. Mootorite gaasiturbiinid järgivad mootorite juhthoobade asendit ja hakkavad uuesti tootma rohkem energiat ajahetkest 0.22, so kui lennuki kõrgus oli langenud alla 50 meetri. Mõningane gaasiturbiinide (pöörete) kõverate langus ajavahemikus 1.55 kuni 0.22 on ilmselt tingitud lennuki kõrguse ja kiiruse vähenemisest sellel ajaperioodil. Vastavalt mootorite juhthoobade seadmisele asendisse üle 80° ajahetkest 0.20 tõusevad ka gaasiturbiinide pöörded.

6-7 sekundit enne maaga kokkupõrget toimunud mootori juhthoobade viimine maksimaalvõimsusele vastavasse asendisse kutsub esile turbiinide pöörete kasvu umbes 90% ja samas (paremal mootoril 6 s ja vasakul mootoril 5 s enne kokkupõrget maaga) ilmuvad propellerite flügeerimisautomaatika signaalid (*GOT-CHOR*), mis märgivad propellerite valmisolekut automaatseks flügeerumiseks juhul, kui tekib mootoririke. Kuid mootorite ülesütleamise või seiskumise signaale pole ja ka turbiinide ning propellerite parameetrid näitavad, et mootorid olid töökorras kokkupõrke hetkeni.

Lennuki jäätõrjesüsteemist oli lennul pidevalt sisse lülitatud mootorite jäätõrje (*POS Dvigateli*), kuna välisõhu temperatuur oli alla 5°C, mille puhul on lennuki käsiraamatu punktis 4.8.2. vastav nõue. Samuti oli kogu lennu vältel sisse lülitatud Pitot torude elektriline soojendus, propelleri labade elektriline soojendus ja piloodikabiini esiklaaside elektriline soojendus.

Lennuki tiibade ja saba jäätõrjesüsteem (*POS Krõla i operenija*) oli peale kõrgusevõttu automaatrežiimil ja lülitati ümber käsitsirežiimile. Marsruudil oli see vaheldumisi sisselülitatud ja väljalülitatud asendis vastavalt jäätumissignalisaatori signaalidele, kuna selle töötamisel on märgatav negatiivne mõju mootorite töörežiimile. Pärast laskumise alustamist käivitunud jäätumissignalisaatori signaali kell 16.21.33 (9,5 minutit enne maaga kokkupõrget) lülitati jäätõrjesüsteem järjekordselt käsitsi sisse. Viimane selle süsteemi töö kontrollimiseks tehtud tegevus on küsimus, kas jäätõrje on sisse lülitatud, mille **K** esitab pärast järjekordset jäätumissignalisaatori käivitumist ja millele järgneb **2P** ettekanne “Vsjo, rabotajet” (Kõik töötab). Kõne on registreeritud pardakõnede registraatoris kell 25.16 st 5 minutit 17 sekundit enne kokkupõrget maaga. Nii pardaregistraatori andmeid kui lennuki tiiva ja saba jäätõrjesüsteemi lülititi POS (Obogrev krõla i operenija) asendit peale õnnetust hinnates, ilmneb et meeskond ei lülitanud enne maandumist tiibade ja saba POS-i ning kabiinisoojendust välja, kuigi *LKR* punktis 4.8.4 on sätestatud, et kõrgusel 120...100 m tuleb lennuki tiibade ja saba soojendus ning kabiinisoojendus välja lülitada.

Sisselülitatud jäätõrjesüsteem vähendab mootorite maksimaalset võimsust ja samuti võib sisselülitatud jäätõrjesüsteem kutsuda esile mootorite väljalülitumise mootori seadmisel tühikäigule. Turbiini pöörete langemisel alla 65%, kui rõhk mootori kompressoris langeb alla 2,6 kg/cm², sulgeb mootori automaatika kütusevoo põlemiskambrisse ja seab propellerid flügeerimisasendisse, st pöörab propellerilabad esiservadega lennusuunda. Madalal kõrgusel ei jõuaks meeskond mootorit uuesti käivitada.

K selgitusel olid jäätumistingimused nii tugevad, et tiiva ja saba jäätõrje väljalülitamine ei tulnud kõne alla.

2.2. Kokkupõrke asjaolud

Kokkupõrkel maapinnaga oli lennuki kurss umbes 350°, vertikaalkiirus umbes 6 m/s, mõõteriistakiiruseks umbes 155 km/t, st arvestades 30° paremalt puhuva tuule vastusuunaliseks vektoriks umbes 25-30 km/t, oli lennuki kiiruseks maapinna suhtes umbes 125-130 km/t. Lennuki osad puutusid vastu takistusi ja maapinda järgnevalt:

Kõigepealt puutus lennuk umbes 15° paremas kaldes olles kuni 20 m kõrgusi lehtpuid, kuid kuna puud selles metsatukas kasvasid väga hõredalt, ei kustutanud need umbes 20° langemisenurga all maale läheneva lennuki liikumisenergiat kuigi suurel määral. Seejärel puutus maaga (mida kattis umbes 0,5 m paksune veekiht) lennuki parem tiib ja deformeerus. Järgmisena puutus maad lennuki ninaosa parem pool, siis vajus lennuki kere tagaosa vasaku poolega kõrvuti kasvavate kaskede tüvede vastu ja viimasena puutusid maad parem mootor propelleriga, vasak mootor propelleriga ning lõpuks vasak tiib. Lennuki ninaosas paiknenud

mõlemad akud eraldusid ja kukkusid vette vahetult pärast lennuki nina kokkupuutumist maapinnaga ja seetõttu jäi lennuk hetkega ilma vooluallikata ning ei tekkinud tulekahju. Ka ei tekitanud lennuki teised osad maapinnaga põrkudes ja deformeerudes mingit märkimisväärset sädet, kuna maapind oli pehme ja kaetud veekihiga. Lennuki propellerid puutusid maad alles sel hetkel, kui lennuki päripäeva pöördumine ja horisontaalne liikumine oli praktiliselt lõppenud.

Suur osa lennuki kineetilisest energiast kustus lennuki parema tiiva kokkupõrkel maaga. Sellest lõõgist tekkinud lennukit päripäeva pöörava momendi energia ja lennuki tiiva deformeerumisel ja ninaosa maaga põrkumisega kahanenud kineetiline energia kustus peaaegu lõplikult lennuki kere tagaosa deformeerumisel vastu kasvavaid kaski.

2.3 Ilmatingimuste mõju lennule

Lennuki kapten sai enne lendu piisava informatsiooni sihtlennuväljal valitsevate ja prognoositavate ilmastikutingimuste kohta. Lisaks vastavatele meteoroloogilistele dokumentidele sai lennuki kapten ilma kohta informatsiooni mobiiltelefoni teel Kärkla lennujuhilt. Lennu kulgu võisid mõjutada turbulents, jäätumine, tuul, rünpilved, pilvisuse kõrgus ja nähtavus.

2.3.1 Atmosfääri turbulentsus

Atmosfääri turbulentsusehood tekkisid lennuki sattumisel maalähedasse tugevast tuulest põhjustatud turbulentsesse piirikihti. Tuule suund ja tugevus oli turbulentsuse tekkeks soodne. Tuule tugevus oli puhanguti 12-15 m/s ja kirdesuunast puhudes oli tuul sündmuspaiga suhtes suunaga merelt. Pärast merelt maale jõudmist toimus õhuvoolu tugev pidurdumine vastu rannikuäärseid tuuletakistusi ja raja 32 lähenemissirgel ebauhtlaselt kasvavat metsa ning sellest tekkisid erinevate suundadega tuulepuhanguid põhjustavad tuulekeerised. Tuulest tekkiva turbulentsuse mõju lähenemisel Kärkla lennurajale 32 kinnitas ka üks lennukil *L-410* lendav piloot. Tema väitel koges ta paari aasta eest samalaadset tuulest põhjustatud kiirusekaotust.

Ilmselt suurendas kapteni poolt lennuki pardaradari ekraanil märgatud ja tugeva lumesaju põhjustanud rünsajupilv lennukile mõjuvaid tuulepuhanguid veelgi. Lennuvälja kaugmajaka OZ ja keskmajaka O vahelisel alal asetsevas talus viibinud tunnistaja selgituste kohaselt oli õnnetuse toimumise ajal sadanud tugevat hooglund ja ka tuul oli olnud tugev ning puhanguiline. Sama kinnitasid ka mitmed teised sel hetkel sündmuspaiga lähedal viibinud isikud.

Atmosfääri turbulentsus kutsus esile lennuki asendi ja kiiruse järske muutusi ning seda eriti lennu viimasel minutil. Siiski ei saa pardaregistraatori andmete (ega ka tunnistajate ütluste) põhjal lennu lähenemise faasis esinenud atmosfääri turbulentsust määratleda rohkem kui keskmiseks, kuna pardaregistraatori poolt registreeritud vertikaalkiirendused jäid vahemikku 0,25 G kuni 1,37 G.

2.3.2 Jäätumine

Lennuki jäätumine võib tema lennuomadusi mõjutada järgnevalt:

- 1) Lennuki aerodünaamiliste omaduste halvenemisega (st tiiva poolt tekitatava tõstejõu vähenemise ja lennuki õhutakistuse suurenemisega) jää ladestumisel kandepindadele ja lennuki teistele osadele;

- 2) Lennuki juhitavuse halvenemisega jää ladestumisel lennuki kiilu(de)le, stabilisaatorile, juhtpindadele;
- 3) Lennuki kaalu suurenemise tõttu ladestunud jää kaalu võrra;
- 4) Lennuki mootorite töörežiimi halvenemise tõttu, mille võib põhjustada propellerite jäätumine, mootoris suunduva õhuhulga vähenemine õhuvastuvõtu ava külmumisel, kompressorist põlemiskambris mineva õhu hulga vähenemisel osa õhu kasutamisel lennuki süsteemide jäätõrjeks;
- 5) Lennuki seadmete, sealhulgas piloteerimisnäidikute rikete tekkimisega või nende töö häiretega jää tekkimisel seadmetel.
- 6) Pilootide väljavaate halvenemise tõttu jää ladestumisel piloodikabiini klaasidele.

Nii õnnetusega lõppenud lennuks saadud ilmaprognoos kui ka 2 tundi hiljem õnnetuskohta jõudnud kopteri *Mi-8* ja lennuki *L-410* meeskonnad kinnitavad jäätumistingimuste olemasolu, kuid samas hindavad jäätumise intensiivsuse mitte kuigi tugevaks, pigem keskmiseks.

Sellistes jäätumistingimustes pole lennuki sisselülitatud jäätõrjesüsteemi korral võimalik sellise jää ladestumine lennuki kande- ja tüüripindadele, mis võiks märkimisväärselt mõjutada lennuki *An-28* lennuomadusi. Pealegi oleks pidanud väga intensiivse jäätumise puhul tekkinud jääkiht nullilähedaste või miinuskraadidesse ulatuva õhutemperatuuri juures säilima ka peale õnnetust. Siiski ei kinnitanud keegi lennuki juurde jõudnud päästjatest ega ka 2,5 tundi hiljem sündmuspaigale jõudnud ekspertidest mingeid lennuki jäätumise märke, peale lennuki osadele pärast õnnetust langenud sademetest tekkinud ühtlase, mõne millimeetri paksuse lumeseguse jääkihi. Jäätumismärke ei kinnita ka sündmuskohal tehtud fotod ja videosalvestised. Lennukile õhus ladestunud jääkihi kiire sulamine (vähem kui lennuõnnetuse uurijate sündmuspaigale jõudmiseks kulunud 2,5 tunni jooksul) nullilähedastel ja alla selle oleval õhutemperatuuril on väga ebatõenäoline.

Jäätumise mõju kapteni kiirusmõõtja näitudele, tulenevalt võimalikust lennuki õhurõhuvastuvõtjate kinnikülmumisest, pole tõenäoline, kuna enamus kinnikülmumise variante tekitavad kiirusenäidu vähenemise, mis peaks tingima lennuki tegeliku lennukiiruse suurendamise piloodi poolt. (*LKR* 8.13.3.4). Staatilise õhurõhu süsteemi täielik kinnikülmumine laskumisel võib küll esile kutsuda kiirusenäidu suurenemise, kuid sellega peavad siis kaasnema ka täielik kõrgusmõõtja ja variomeetri ülesütlemine, mis on laskumisel kergesti tuvastatavad. Pealegi on lennuki *An-28* staatilise õhurõhu mõlemad statsionaarsed vastuvõtjad otseste sademete eest kaitstud lennuki ninavoolundajaga (asetsevad lennuki kere esiosas, aparatuuri sektsioonis).

Lennukäsiraamatu kohaselt on lubatud lennukit *An-28* kasutada tugevas jäätumises, kuid seda mitte alla õhutemperatuuri -20°C . See tähendab, et lennuki jäätõrjesüsteem suudab tagada lennuki mootoritel, tiibadel ja sabapindadel vajaliku jäätõrje tõhususe isegi tugeva jäätumise puhul -20°C ja sellest kõrgemal õhutemperatuuril. Lähtudes õhutemperatuurist maapinnal -0° kuni -2°C , võib olemasolevate meteoroloogiliste andmete alusel hinnata õhutemperatuuriks lennutasandil *FL60* mitte alla -15°C ja lähenemismanöövri alustamisel kõrgusel 1400 jalga mitte alla -5°C . See tähendab, et isegi rünksajupilves või selle läheduses ei saanud sellel temperatuuril olla niivõrd tugevaid jäätumistingimusi, kus lennuki jäätõrjesüsteem oleks olnud ebaefektiivne. Lennuki jäätõrjesüsteemi efektiivsus on kinnitust leidnud ka lennuki pikaajalise ekspluatatsiooni käigus ja selles suhtes ei ole ei lennuki konstrueerija ega tootja seadnud mingeid täiendavaid piiranguid.

Ka mõlema piloodi (tuule-) esiklaaside elektrilise soojenduse lülitite asend “nõrk režiim” kinnitab jäätumistingimuste mitte eriti suurt intensiivsust.

Lennuki tugeva jäätumisversiooni toetamiseks esitatud hüpotees Tallinna lennuväljal tehtud lennueelse jäätörje käigus kasutatud ebakvaliteetsest jäätörjevedelikust Arktika, ei leidnud kinnitust. Lennukitele enne starti tehtava jäätörje eesmärgiks on lennuki jäätumise ärahoidmine lennuki stardiks valmistumisel (kui lennuki jäätörjesüsteem on väheefektiivne), stardil ja kõrgusevõtu algstaadiumis, kus pole võimalik mootorite võimsust vähendamata lennuki jäätörjesüsteemi täie võimsusega sisse lülitada. Lennus peab lennuki jäätörjesüsteem suutma tagada jää tekkimise piiramise või eemaldamise vajaliku taseme. Kui õhusõidukil vastav jäätumisvastane süsteem puudub, pole selle õhusõiduki käitamine jäätumistingimustes lubatud. Vaadeldaval lennul ei märkinud keegi lennuki stardi ja kõrgusevõtu osas mingeid jäätumisest põhjustatud kõrvalekaldeid.

Kapteni seletustes lennuõnnetuse põhjusena toodud lennuki jäätumisversiooni tekkimist võib põhjendada tema mitte kuigi suurte kogemustega lendudes jäätumistingimustes *An-28* tüüpi lennukitel, kuna enamuse oma selle lennukitüübi kogemusest oli kapten saanud kesksuvistes tingimustes - viimase 90 päeva jooksul oli lennatud vaid 6 tundi. Kapteni arvamus lennuki intensiivsest jäätumisest nendes tingimustes oli ekslik tingitud lennuki harjumatust käitumisest lennu viimases faasis pärast lennuki viibimist intensiivse jäätumise tingimustes.

Samas pole siiski põhjust kahelda suurte kogemustega piloodi (kapteni) hinnangus intensiivse jäätumise tingimustesse sattumise kohta lennukõrgusel 1400 jalga. Selliste tingimuste olemasolu kinnitab ka pardaregistraatori poolt registreeritud jäätumissignalisaatori katkematu töö signaal lennu viimase 5,5 minuti jooksul. Nendes jäätumistingimustes oli võimalik mingisuguse jää teke lennuki mittesoojendatavatel osadel ja sellest tulenev mõningane lennuki aerodünaamika halvenemine ning lennukaalu suurenemine, kuid need faktorid ei saanud põhjustada lennuki lennuomaduste kardinaalset halvenemist.

Sattumine lennu lõpuetapil intensiivse jäätumise tingimustesse tekitab kaptenis kahtluse lennuki lennuomaduste säilimise osas lennuki jäämisel pikemaks ajaks intensiivse jäätumise tingimustesse ja mõjutab kaptenit sooritama visuaaltingimustele vastavat aktiivse laskumisega lähenemise manöövrit.

2.3.3 Tuul

Tuul oli Kärddlas päeva jooksul puhunud pidevalt suunaga 020° ja ka tuule kiirus oli püsinud 22 sõlme piires. Lennuki sisenemisel *Kärddla Torni* vastutusalasse osutus meeskonnale edastatud tuule tugevus ootamatult paari sõlme võrra suuremaks –24 sõlme. Seetõttu pidi kapten hindama, kas tuul mahub lennuki tuule piirangusse, mis 60° all vastupuhuva tuule puhul on 11 m/s so 22 sõlme ja kas tuul ei tugevne veelgi. Lennuki *An-28 LKR* sätestab lennuki külgtuulepiiranguks stardil ja maandumisel 10 m/s ja seda lennuraja pidurduskoefitsendi 0,6 ja rohkem juures. Lennujuhi poolt edastatud lumekatte informatsioonis (SNOWTAM) oli lennuraja pidurdusomadus märgitud koodiga 5, mis vastab sõnale “hea” ja hõlmab pidurduskoefitsente 0,4 ja enam. Kapteni selgituse kohaselt oli tal kavatsus täpsustada tegelikku tuult lähenemise otsusepunktis.

Lennuki lähenemist mõjutanud õhuvoolusid ei saa vaadelda klassikalise tuulenihkena, kus tuule kiirus ja suund muutuvad kiiresti maapinna läheduses oleva tugevasti jahtunud külma õhu kihi ja selle kohal oleva soojema õhu erinevatest kiirustest ning suunast tingituna. Pealegi on tuulenihkel ohtlik mõju põhiliselt suure inertsiga (massi) ja piiratud energeetilise dünaamikaga lennukitele, milliste hulka lennuk *An-28* oma 6,5 tonnise maksimaalse lennukaalu ja hea energeetikaga ei kuulu. Sündmuse hetkel ja paigas eksisteerinud baarilises süsteemis ei olnud tingimusi klassikalise tuulenihke tekkimiseks (vaata p. 1.7). Siiski võib lennuki pardaregistraatori andmetele ja tunnistajate selgitustele tuginedes tunnistada

tuulenihkele sarnase ilmingu olemasolu ja selle mõju konkreetsele lähenemisele. Selle tuulenihkele sarnase ilmingu põhjustajateks on rüksajupilvest tekitatud mikrotormi e pagi (mikroburst) laskuvad õhuvoolud. Laskuva õhuvoolu pörkumisel maapinnaga suundub õhuvoolus pilve keskosast eemale. Intensiivse vooluse puhul võib see pärast maaga paralleelse suuna saamist kaarduda ülespoole ja tekitada põhiliselt horisontaalse teljega keerise. Sellise keerise sattumisel lennuki liikumistrajektoorile tekivad suured lennuki õhukiiruse muutused ja mitmesuunalised kiirendused. Selliste rüksajupilvest tekitatud tuulekeeriste läbimõõt võib kõikuda mõnekümnest kuni mõnesaja meetrini ja selle mõju lähenemisel olevale lennukile sõltub lennuki suunavektori ja õhukeerise suunavektori koosmõjust. Sellisesse tuulekeerisesse sattumine on väga väikese tõenäosusega, kuna tavaliselt hoidutakse rüksajupilve või selle vahetusse lähedusse sattumisest just rüksajupilve poolt tekitatud õhuvoolude vältimiseks. Eriti ohtlik on sellisesse keerisesse sattumine vahetult enne lennuki maandumist, kus lennuk lendab väikestel kiirustel, mille puhul õhu liikumine keerises võib osutada lennuki kiirusega võrreldavaks (kuni 50 km/t). Selleks lennuks saadud ilmaprognoosis oli rüksajupilvede (Cb) võimalus. Kapten ei suutnud pimeduse, piiratud nähtavuse ja tugeva tuule tõttu täpselt ette näha pardaradaril nähtud ja algselt lennutrajektooriga paremale jääva rüksajupilve sattumist otse lennuraja 32 maandumissirgele või selle vahetusse lähedusse. Seetõttu ei oodanud kapten pilvest tekkivaid intensiivseid õhukeeriseid. Lennuk sattus keerisesse maandumissirgel ja kõrgusel 125 meetrit. Keeris põhjustas väikesel kiirusel lendava lennuki järsku loopimist ja lennukiiruse kaotuse. Siiski ei olnud keerisest põhjustatud kiirusekaotus õnnetuse paratamatuks tekitajaks, kuna pärast mõne sekundi jooksul mõjunud keeriselist tuulepuhangut oli võimalus katkestada lähenemine ja jätkata ohutult lendu (lisades mootoritele võimsust, suurendades lennuki kiirust nendes tingimustes ohutu kiiruseni 170 km/t) ja alustada kõrguse juurdevõttu.

Hinnates lennuki käitumist peale mootoritele täisvõimsuse andmist, võib märkida lennuki mittetavapärast reageeringut toimuvale kiiruse kasvule. Vertikaalkiirenduse registraatori joonele vastavalt jätkab lennuk aktiivset vajumist, mistõttu puutub allpaikneva hõreda metsa puude võradega. Ilmselt jätkub lennu viimastel sekunditel rünpilvest tekitatud tuulekeerise mõju, kuid seekord on puhangu põhiline kiirusvektor suunatud vasakule-ette-alla. Puhangu allapoole suunduv vektor ei kustu puulatvades, kuna allasetsevate hõredalt kasvavate kuni 20 m kõrguste puude lehtedeta võrad ei moodusta tuulele mingit tihedat ekraani. Seetõttu ei saavuta ümbritseva õhumassi suhtes ülespoole liikuv (st tõusul olev) lennuk maapinna suhtes tõusvat liikumistrajektoori ja pörkub algul puude ja seejärel maaga.

2.3.4 Pilvisuse kõrgus

Lennujuhi poolt lennuki meeskonnale edastatud pilvede kõrgus Kärkla lennuväljal (1200 jalga lauspilvi ja 600 jalga olulist pilvisust) oli mõõdetud 10 minutit enne õnnetust ja pidi olema aluseks kapteni otsusele lähenemismeetodi valikul. Ajaks, kui *ELK1007* võttis ühendust Kärkla lennujuhiga, oli pilvisuse kõrgus laskunud 600 jalani ning ka nähtavus oli vähenenud 8 kilomeetrini. Arvestades lennueelse ilmainformatsiooniga ning lennu ajal saaduga (pilvisuse kõrgus, lumesadu, nähtavus) oli visuaallähenemise sooritamine sihtkohas praktiliselt välistatud.

Tallinnast välja lennates sai meeskond loa vastavalt esitatud korduvlennuplaanile. Tallinna Tornilt saadud marsruudiloas oli loa piiriks Kärkla raadiomajakas "OZ". Kogu lend toimus kontrollitavas õhuruumis (õhuruumi klass C), kuna Kärklas osutati lennujuhtimisteenust, millest lennuki meeskond teadlik oli. Vastavalt lennureeglitele on *IFR*-lendudel õhuruumis C nõutav lennujuhtimisüksuse luba. Lennujuhi poolt kell 16.20 antud luba andis õiguse laskuda kõrgusele 1400 jalga. Lennuki marsruuti ega loapiiri ei muudetud, kuid lennujuhi poolt esitatud päringud ja lisatud hoiatused ("Olete tulnud liiga lähedale") andsid lennuki meeskonnale alust arvata, et Kärkla lennujuht ootab nende pöörangut vasakule, et tagada

sellele järgneva parema pööranguga väljajõudmine maandumiskursile ettenähtud maandumislaskumise alustamise punktis enne kaugmajakat OZ. Kapteni seletuse kohaselt alustati visuaallähenemist 1400 jala kõrguselt. Viimase õnnetuse-eelse ilmateate järgi oli täispilvisuse kõrguseks 1200 jalga ning olulise (*broken*) pilvisuse kõrguseks 600 jalga. Sellest tulenevalt ei olnud lennuväljal tingimusi visuaallähenemise sooritamiseks. Enne loa piirini (OZ) jõudmist laskus lennuk kõrgusele 1200 jalga ning jätkas visuaallähenemise manöövrit. Valmisolekust visuaallähenemise sooritamiseks meeskond lennujuhti enne lähenemise alustamist ei informeerinud.

Lähenemise sooritamiseks meeskonnal luba puudus. Vastavalt kehtivatele eeskirjadele oli lähenemisloa andmine lennujuhi poolt võimatu, kuna ükski lähenemisloa andmise eeldustest polnud täidetud (Eesti lennuliiklusteeninduse Käsiraamat 5. osa punkt 5.4.1.1) Vastavalt eelmainitud käsiraamatule peab piloot olema võimeline säilitama maanähtavuse ja teatatud pilvisuse kõrgus ei või olla väiksem kui alglähenemiskõrgus või piloot peab olema võimeline säilitama maanähtavuse ja teatama, et ilmastikutingimused võimaldavad visuaallähenemist. Seega alustas meeskond lähenemist omavalitselt, omamata selleks õhuruumi klassist tulenevat luba. Sellise loa olemasolu nõudeks on Eesti Vabariigi Lennureeglite punkt 3.9.1.

Lennuki kapten väidab, et kuna lennujaama lahtioleku aeg oli läbi, ei olnud tegu lennujuhi vaid lennuinformaatoriga ja temalt ei pea lennuki meeskond luba küsima. Samas on meeskonna ja Kärkla lennujuhi vahelise side põhjal alust arvata, et mõlemapoolsel kokkuleppel sooritati lendu C klassi õhuruumis ja Kärkla lennujuhtimisüksuse juhtimisel.

Kapteni selgituste kohaselt olevat ta valinud lühikese visuaallähenemise lennuki sattumise tõttu 1400 jala kõrgusel intensiivsetesse ülejahtunud vihmapiiskadest koosnevatesse sademetesse. Ülejahtunud sademete poolt tekkiva lennuki jääga kattumise ohu vähendamiseks otsustas ta kiiresti jäätumispiirkonnast väljuda ja muutis plaanitud 2 NDB lähenemise parema pööranguga lähenemiseks.

2.3.5 Nähtavus

Kärkla lennuvälja ilmaprognoosis oli nähtavus 6 km, ajuti hooglumesajus 800 m. Lennujuhi poolt lennuki meeskonnale edastatud tegeliku ilma teates Kärkla lennujaamas oli nähtavuseks 8000 m. See on hea nähtavus, mis võimaldab edukalt sooritada visuaallähenemist, kuid ilmselt oli pilvedest välja tulles (pilvisuse alapiiri vahetus läheduses) ja võimalikes hooglumepiirkondades horisontaalne ja kaldnähtavus märkimisväärselt halvem 8000 meetrist. Poolteist minutit enne kokkupõrget maaga kandis meeskond lennujuhile ette, et ta veel ei näe lennuvälja, kuid samas alustas laskumist. Visuaalkontakt lennuraja tuledega saavutati ja sellest kanti ette lennujuhile 50 sekundit enne maaga kokkupõrget, kuid ilmselt oli sademetest tingitult visuaalkontakt ebapiisav lennuki ruumilise asendi täpseks määramiseks. Sagedasti Kärklasse lendavate pilootide hinnangul tekib öisel ajal lähenemisel rajale 32 lähenemistulede eripärast tingitult illusioon lennuki asetsemisest laskumistrajektoorist märgatavalt kõrgemal.

Lennuki nägemine maapinnalt kinnitab, et ka piloodipoolne lennuraja lähenemistulede nägemine oli võimalik, seda enam, et need asusid samal ajahetkel piloodile 1600 m võrra lähemal kui lennujaamahoones paiknev lennujuhi tööruum, st Kärkla lennujuhtimistorn. Õnnetuse toimumisel lennujaamast mõni kilomeeter lõuna pool viibinud tunnistajate selgitus intensiivsetest lumelobjakast ei ole vastuolus lennujaama poolt edastatud horisontaalse nähtavusega 8000 m. Rünksajupilvest tekkivad sademed võivad olla erinevat vormi ja erineva intensiivsusega ning langeda maapinnale väga piiratud alal. See sademete piirkond võib intensiivselt liikuda ja tavaliselt liigub koos rünksajupilvega allatuult.

Kapteni väitel nägi ta lähenemise jooksul pidevalt lennuraja tulesid. Pardakõnede registraatori andmetel ei näinud meeskond lennurada enne lennu viimast minutit. See tähendab, et kapten nägi lennuraja lähenemistulesid umbes 3 kilomeetri kauguselt. Ka see visuaalkontakt katkes vähemalt paariks sekundiks hetkel, kui lennuki pikinurk oli 20°. Vastavalt sooritatud lennueksperimendile lennukil *An-28*, näeb piloot lennuki sellises asendis vaid neid lennuki ees asetsevaid objekte, mis ei ole lähemal kui 5 km.

Lennuki maandumistuled ei olnud sisse lülitatud ning Kärkla lennujuhtimistornist ja maapealt lennuki lähenemist jälginud isikud kinnitasid vaid lennuki punas(t)e vilkumajaka(te) nägemist. Ka maandumistulede lüliti oli peale õnnetust väljalülitatud asendis ning mingeid maandumistulesid puudutavaid käsklusi kabiinikõnede registraatori kuulamisel ei märgitud. Sellest võib järeldada, et mingit nähtavust segavat valgusekraani sisselülitatud maandumistuledest ei tekkinud, või olid maandumistuled jäetud sisse lülitamata valgusekraani tekkimise vältimiseks.

Nähtavus ei olnud määrav faktor ohtliku olukorra tekkimisel, kuid aitas ohtliku olukorra kujunemisele kindlasti kaasa.

2.4. Meeskonna tegutsemine lähenemismeetodi valikul ja lähenemisel

2.4.1. Kapteni tegevus lähenemiseks valmistumisel

Meeskonna tegevuses ei ole kabiinikõnede salvestuse alusel mingit märki lähenemiseelsest briefingust või lähenemismeetodi valikust või otsusekõrguse hoiatussignaali seadmisest raadiokõrgusmõõtjale. Lennuki kapten seletab seda sellega, et kuna lend oli väga lühiajaline, oli meeskond vajalikud ettevalmistused lähenemise sooritamiseks teinud juba enne lennukimootorite käivitamist. Enne starti saadud tuule, pilvisuse ja nähtavuse andmetel oli meeskond valinud 2NDB instrumentaallähenemise lennurajale 32 ja kord ettevalmistuse teinud, ei hakanud kapten maandumisskeemi uuesti üle kordama. Meeskond piirdus lähenemiseks ettevalmistusi tehes vaid vajalike baromeetriliste kõrgusmõõtjate ümberseadmise protseduuridega ja jättes täitmata lähenemisele eelneva kontrollkaardi. Ka ei aktiveeri kapten raadiokõrgusmõõtja hoiatussignaali. Lähenemisel kõrgusel 1400 jalga lennuraja 32 kaugmajakale *OZ* ja sattudes intensiivse jäätumise tingimustesse, otsustas kapten ootamatult vahetada instrumentaallähenemise kestvuselt lühema visuaallähenemise vastu ja asus teisele piloodile oma kavatsusi selgitamata ootamatult lennuki kiirust kustutama ja seda lennuraja suunda pöörama. Ilmselt oli otsus nii ootamatu, et kapten ei suutnud õigesti hinnata 90 kraadiseks pööranguks vajalikku pöörangu alustamise punkti ja alustas pöörangut raja kursile liiga vara (3 kilomeetrit enne raadiomajakat *OZ* vajaliku 1,5 km asemel).

2.4.2. Teise piloodi tegevus lähenemiseks valmistumisel

Teise piloodi segaduses olekut tekkinud olukorramuutusest aru saamises väljendab tema ütlus “Ei saanud aru” (“Nje ponjal”) pärast kapteni käsku asuda kiirust kustutama, kuna teine piloot oli valmis jätkama kavatsetud instrumentaallähenemist ja oli selleks teinud ettevalmistusi. Sellest annab tunnistust lennuväljade maandumisskeemide kogumiku “Jeppesen” avatud (avatud vedrukõitelukkudega) olek Kärkla lennuvälja instrumentaallähenemise skeemi kohalt. Siiski polnud teine piloot vajalikku lehte kogumikust välja võtnud ja lennuki rooli küljes oleva klamberhoidaja vahele seadnud. Ilmselt ootas ta kapteni käsklust lähenemisele eelneva kontrollkaardi lugemise alustamiseks, kuid selleks oleks võinud ta ka ise märku anda.

2.4.3. Kapteni tegevus lähenemise sooritamisel

Kapten otsustas alustada laskumist instrumentaalingimustes ja minna üle visuaallähenemisele esmase visuaalkontakti tekkimisel rajatuledega. Olles laskumise vertikaalnurgast e glissaadist tunduvalt kõrgemal (oli kõrgusel 1400 jalga, kui majaka kohal pidi kõrgus olema 660 jalga radarlähenemisel ja 840 jalga raadiomajakate järgi lähenemisel), otsustas kapten alustada aktiivset laskumist ja kahandas selleks märgatavalt mootorite võimsust. Kapten oli veendunud, et ta jõuab õigesse glissaadi umbes keskmajaka kohal ja ei kahtle oma oskuses stabiliseerida lennuk õige kiirusega ja õiges asendis enne maandumiseks lõpliku otsuse tegemist. Lennuki asukoha määramiseks oli kaptenil abiks satelliitnavigatsiooni seade *Garmin 195*, mis on piisava täpsuse ja vajaliku töökindlusega. Teisel piloodil on samuti kasutada satelliitnavigatsiooni seade *Trimble 2000 Approach*.

Kõrgelt lähenemisega tekkinud probleemiks oli see, kas jõutakse liigne kõrgus ära kaotada või mitte. Sellest annab tunnistust kapteni kommentaar “Hea, kaugust meil jätkub” teise piloodi poolt teadustatud kõrguse “150 meetrit” hinnanguks. Kapten jätkas aktiivset kõrguse vähendamist isegi pärast seda, kui lennuk oli tegelikult saavutanud oma vajaliku, lennuraja kaugusele vastava kõrguse. See kaugus (umbes 3 km) oli lennuki kõrgusel 150 m ja sellel kõrgusel oleks tulnud vähendada lennuki laskumiskiirust kuni 2,3 m/s lennukiiruse 165 km/t juures. Sattunud laskumisel ootamatult keerulistesse ilmatingimustesse (tugev turbulent ja lennuvälja rajatuledega visuaalse kontakti halvenemine), kaotas kapten kontrolli kõrguse ja kauguse üle ning laskus allapoole minimaalset lähenemiskõrgust (*MDA*) 320 jalga. Kuna raadiokõrgusmõõtja hoiatuskõrgus polnud aktiveeritud, ei pannud kapten turbulentsetes tingimustes lennuki piloteerimisega tugevasti hõivatuna olles, kõrguse kaotust alla ohutu kõrguse tähele ja ka teine piloot ei hoiatanud kaptenit. Kapten avastas kõrguse kaotuse, jäi mootoritele võimsuse lisamisega hiljaks ja kaotas ka kiiruse. Kaotanud kiiruse, muutus lennuk halvasti juhitavaks ja kapten otsustas ekslikult, et oli tekkinud mingi lennuki stabiilsuse ja juhitavuse häire. Kapten eeldas, et selle häire põhjuseks oli lennuki (stabilisaatori) jäätumine ning otsustas hädaabinõuna kasutada tagatiibade väljalaskenurga vähendamist. Seda meetodit on küll soovitatud mõnel teist tüüpi turbopropellerlennukil, kuid seda juhul, kui lennukil on tagatiivad lõpuni väljas ja stabilisaatori jäätumisel on tekkinud tendents järsuks iseeneslikuks nina allalaskmiseks. Lennuki *An-28* lennukäsiraamatus selline nõue või soovitus puudub. Mingi ekslik ajend tagatiibade väljalaskenurga vähendamiseks võis kaptenil kriisiolukorras tekkida lennukäsiraamatu punktis 4.8.4 sisalduva nõude (maanduda jäätumise puhul tagatiibadega mitte tavapärase 40° vaid 25° asendis) väärist tõlgendusest.

Antud olukorras olid tagatiivad lennukäsiraamatus sätestatud asendis ja tagatiibade sissevõtmine vaid süvendas lennukiiruse puudumisest tekkinud lennuki varisemisrežiimi.

2.4.4. Lennuki trajektoor lähenemisel

Lennuki liikumistrajektoori majakale *OZ* lähenemisest kuni maaga kokkupuuteni hinnati projekteerides lennuki kiirusvektoreid ajas ja sidudes need lennuki maaga pörkumispäigaga. Projektsiooni (vaata lisa 3) aluseks olevaid kiirusvektoreid korrigeeriti eeldatava keskmise tuule vektorite võrra ja võrreldi meeskonna ettekannete ning seletustega.

Saadud projektsiooni ja kabiiniside salvestuste alusel tegi kapten otsuse parema pööranguga lähenemise alustamiseks (mootori võimsuse vähendamist) kaugusel 6,4 km lennuvälja radarist ja alustas paremat pöörangut 5 km kaugusel lennuvälja radarist. Liialt vara alustatud pöörangu tõttu kujunes lähenemisnurk raja 32 maandumissirgele jõudmiseks väga ebamääraseks ja lennuk jõuab maandumissirgele alles 10 sekundit enne maaga kokkupõrget. Tunnistaja poolt lennuki mootorite müra järgi antud trajektoori hinnang oli ilmselt ekslik, kuna lennu lõpuosa

kiirusvektorite hinnangul ei saanud lennuk maandumissirgest vaskule kalduda. Ilmselt oli siin tegu heliallika suuna näiliku nihkumisega allatuult.

2.5. Lennukiirused

Lähenemisel kapteni poolt hoitud kiirused kõikusid atmosfääri turbulentsusest tingituna, kuid peale tagatiibade väljalaskmist 25° st lennu viimase 1,5 minuti jooksul oli kapteni poolt hoitud lennukiirus sobilik lennuks vaid ideaaltingimustes ning antud olukorras ei taganud mingit ohutusvaru. Vastavalt *LKR* tabelile 4.4 tuleb jäätumistingimustes lennukaalu 6100 kg tagatiibade väljalastud asendi 25° juures säilitada kiirust 159 km/t ja tingituna atmosfääri turbulentsusest ja lähenemisel mõjuvast külgtuulest tuleb seda kiirust suurendada 5 kuni 10 km /t. See tähendab, et antud olukorras oleks tulnud säilitada lennukiirust vähemalt 164 km/t.

Tegelikult kapteni poolt lähenemisel pärast tagatiibade väljalaskmist hoitud keskmised kiirused lennu viimast 1,5 minutit hõlmava kolme lennuetapi jooksul olid pardaregistraatori andmetel (vaata p.2.1.1) järgnevad:

III etapp (1.30-1.00) - 165 km/t;

IV etapp (1.00-0.35) - 153 km/t;

V etapp (0.35- 0.00) - 130 km/t.

Sealjuures on viimase etapi keskmise kiiruse arvestusse võetud ka lennu viimase 6 sekundi jooksul (st pärast tagatiibade väljalaskenurga vähendamist 10°-ni) toimunud kiiruse suurenemine keskmiselt 143 km/t. Vastavalt lennuki *An-28* lennukäsiraamatu (edaspidi *LKR*) tabelile 2.4 on minimaalseks ohutuks lennukiiruseks lennukaalu 6100 kg ja 15° väljalastud tagatiibade puhul 146 km/t (6000 kg - 145 km/t ja 6500kg - 150 km/t). See kiirus ületab selles konfiguratsioonis oleva lennuki varisemiskiiruse (V_{C1} -112 km/t) 1,3 korda ja peaks tagama vajaliku ohutusvaru rahulikus atmosfääris (*LKR* 7.1.2). Lennul turbulentses atmosfääri tingimustes tuleb *LKR* p. 4.10. kohaselt suurendada vastavaid kiirusi 5-10 km/t (st 151-156 km/t). Lennu viimase 6 sekundi keskmiseks kiiruseks oli 143 km /t. See kiirus oli ebapiisav laskuvas õhuvoolus ja 15°-17° kaldes oleva lennuki lennu(laskumis)trajektoori muutmiseks (maaga paralleelseks või tõusvaks) vajaliku tõstejõu tekitamiseks.

Eelöeldust järeldub, et lennu viimasel minutil oli lennuki keskmine kiirus pidevalt alla antud lennukaaluga lennukile jäätumistingimusteks sätestatu 164 km/t.

Lennu viimase poole minuti jooksul vastab lennuki kiirus nii registreeritud näitude kui ka lennuki pikinurga alusel hinnates varisemiskiirusele. Kapten ei suurenda õigeaegselt mootorite võimsust laskumisenurga vähendamiseks ja kiiruse suurendamiseks. Lennu viimase 10 sekundi jooksul ei suuda kapten kuidagi tagada lennuki kiiruse kasvu ja isegi pärast hilinevad mootorite viimist täisvõimsusele, ei kasva lennuki kiirus üle kriitilise piiri, kuna tagatiivad on 10° võrra sisse tõmmatud ja horisontaallennuks vajalik kiirus kasvanud. Lennuki kiiruse kasvule avaldab negatiivset mõju mootorite piiratud võimsus, mis on tingitud osa kompressori poolt turbiini tööks vajaliku suruõhu suunamisest sisselülitatud tiiva ja saba jäätõrjesüsteemi.

Vastavalt *LKR* lende jäätumistingimustes kirjeldava osa punktis 4.8.1 sisalduvale selgitusele väheneb täielikult sisselülitatud jäätõrjesüsteemi puhul lennuki vertikaalne kiirus tõusul 2 m/s võrra tulenevalt mootorite täisvõimsuse vähenemisest.

See võimsuse puudujääk põhjustas ka lennukiiruse mittepiisava kasvu pärast mootoritele täisvõimsuse andmist. Lennuki kiirus hakkas pärast mootorite täisvõimsusele seadmist kasvama ja jõudis (lennu viimase 3 sekundi jooksul) näiduni 150 km/t, kuid tingituna turbulentses õhust, lennuki jäätumisest ning lennuki märgatavast kaldest (15°-17°) tekkivast

libisemisest, jääb lennuki tiiva poolt tekitatud tõstejõud ebapiisavaks lennuki liikumistrajektoori muutmiseks laskuvas õhuvoolus horisontaalseks ning lennuk jätkab laskumist kuni kokkupõrkeni esmalt maaga.

2.6. Meeskonna koostöö

Lähenemine madala pilvisuse ja piiratud nähtavuse puhul eeldab piloteerivalt piloodilt piisavaid piloteerimiskogemusi antud lennukitüübil, mis võimaldavad vabastada piloodi tähelepanu lennuki vajaliku asendi (piki- ja põikikalded, kurss) säilitamiselt lennuki tegeliku liikumistrajektoori (kõrgus, kaugus ja teekond) võrdlemiseks vajaliku liikumistrajektooriga, st navigeerimiseks. Lennuki sattumisel tugevasse turbulentsi tuleb piloteerival piloodil pöörata rohkem tähelepanu lennuki õige asendi säilitamisele ja sellevõrra võib tekkida tähelepanu defitsiit lennuki tegeliku liikumistrajektoori võrdlemiseks vajalikuga. Konkreetsel juhul kujunes olukord keeruliseks seetõttu, et lennuk ei olnud tugevasse turbulentsi sattumisel lähenemiseks sobivas stabiliseeritud asendis ja seetõttu tuli suunata osa tähelepanu lennuki stabiliseeritud asendi saavutamisele. Samuti polnud kummagi piloodi lennukogemus konkreetsel lennukitüübil kuigi suur, mis eeldas suuremat tähelepanu kontsentreerimist lennuki asendi säilitamisele. Sel juhul oleks teine piloot pidanud olema märgatavalt aktiivsem ja rohkem abistama kaptenit lennuki piloteerimise- ja navigatsiooninäitade ettekandmisel ning lennuki käitamise kohustuslike protseduuride sooritamisel. Siin ilmnesevad vajakajäämised meeskonna koostöös (*CRM*). Kapten oli enese väitel selle piloodiga lendu sooritamas esimest korda ja sellest tulenevalt ei võinud ta täpselt teada, kui vilunud on esimest aastat ametpiloodina lendav teine piloot maandumissüsteemide kasutamises ja kui palju saab temale loota. Lähenemiseks valmistumise ajal ei pööra kapten mingit tähelepanu vähesel lennukogemusega teise piloodi suunamisele kontrollkaardi kasutamisele, lähenemisskeemi ja maandumisprotseduuride täpsustamisele. Kabiiniside salvestuse alusel olid ainsateks sellesuunalisteks tegevusteks maandumiseelsel etapil jäätõrjesüsteemi käitamine, tagatiibade maandumisasendi määramine ja kõrgusmõõtjate rõhu ümberseadmine. Viimasele oli kapteni poolt pööratud tõsist tähelepanu, kuid lõpptulemuseks oli ikkagi teise piloodi kõrgusmõõtja seadmine ühe millimeetri võrra madalamale õhurõhule kui tegelikult 1001 hPa vastav 751 mm Hg. Sellest tekkinud umbes 10 m kõrguse näidu viga ei saanud siiski olla õnnetuse tekkimisele kaasaaitavaks põhjuseks, kuna sellega vähenes teise piloodi kõrgusenäit.

Enne lendu oli meeskonnas kokku lepitud, et Kärklasse lennul on piloteerivaks piloodiks kapten ja tagasilennul teine piloot. Pärast õnnetust antud seletuses väitis kapten, et tal ei ole mingeid märkusi teise piloodi töö kohta, kuid ilmselt tugines see arvamus lennu algetapil teise piloodi poolt sooritatud kohustuslike protseduuride (lennuki ettevalmistamine väljalennuks, kontrollkaardi täitmine, sidepidamine jne) täitmise hinnangul, mitte teise piloodi tegevusel lähenemisel Kärklasse. Võttes aluseks sidesalvestuse andmed (ilmselt sai esimest korda kooslendavas meeskonnas käskluste ja juhiste andmine toimuda lennuki kõrgeastmest tingituna põhiliselt vaid lennuki sisesidet kasutades), on teine piloot lennu lõpuosas liialt passiivne. Ainus aktiivne reageering olukorrale oli käsklus "Ülesse", kuid seegi oli antud ebalevalt. Ilmselt oli teise piloodi initsiatiiv kapteni selgitusi mittepakkuva tegevusega pärsitud.

Lennuki kapteni ja teise piloodi lennukogemused vastasid antud lennukitüübil lendamiseks vajalikele lennutundidele ja meeskondade formeerimiseks kehtestatud nõuetele. Kuid kuna teise piloodi üldine lennukogemus oli minimaalne, ei saanud ta kõiki keerulisi olukordi ette näha ja õiget tegutsemist kavandada. Seetõttu tulnuks kaptenil mitte loota oma suurele üldisele lennukogemusele, vaid arvestades konkreetse lennukitüübi tundmise isikliku taseme ja ka oma vähekoogenud teise piloodiga, mitte üle minna visuaallähenemisele keerulistes ilmingimustes,

vaid jätkata raadiomajakate järgi lähenemist, koos kontrolliga PAR ja lennuki GPS seadmete abil. Sel juhul oleks meeskond saanud maandumissettevalmistused rahulikult lõpuni viia ja kapten oleks jõudnud lennuki maandumissirgel ära stabiliseerida.

2.7. Lennu vastavus ettevõtte lennutegevuskäsiraamatus sätestatud nõuetele

Meeskonna tegevus peab olema vastavuses ettevõtte lennutegevuse käsiraamatuga (*LTK* ehk *FOM*), kus on sätestatud meeskonna tegevus kõigil lennuetappidel ja erinevates tingimustes ning on esitatud üldpõhimõtted tegevusteks eriolukordade lahendamisel.

Ettevõtte *FOM* (*LTK*) oli koostatud asjatundlikult ja vastab põhijoontes lennukit käitava ettevõtte lennutegevuse eripärale.

Hinnates meeskonna tegevust lennu sooritamisel *FOM*-is sisalduvaga, võib märgata erinevusi selles sätestatu ja meeskonna tegeliku tegevuse vahel:

FOM 8.3.3.2.1 sätestab, et lennueelse ettevalmistuse ajal peab kontrollima kõrgusmõõtjate töökorras olekut. Kontrollil - peavad need näitama lennuvälja kõrgust +/- 80 jalga ja omavahel +/- 100 jalga. Kuid ilmselt pole seda nõuet võimalik täita, kui üks kõrgusmõõtja on jalgades, teine meetrites.

FOM 8.3.3.3.1 sätestab, et minimaalse lennukõrguse määramisel tuleb arvestada ka keerulistes ilmingimustes sattumise võimalustega, nagu tugev atmosfääri turbulentsus ja laskuvad õhuvoolud. Tegelikult ei arvestanud lennuki kapten selle nõudega ja jätkas laskumist, kõrgust hindamata, kuigi oli sattunud lennuki piloteerimist häirivasse turbulentsusse.

FOM 8.3.4.2 sätestab vajaduse aktiveerida raadiokõrgusmõõtja hoiatussignaal glissaadi sisenemise kõrgusele enne laskumise alustamist maandumiseks. Seda nõuet meeskond ei täitnud.

Kui hoiatussignaal on käivitunud, peab meeskond hindama lennuki asukohta ja tegema vajalikud parandused lähenemise ohutuks jätkamiseks. Pärast glissaadi sisenemist tuleb hoiatussignaal ümber seada otsusekõrgusele (*DH*) või minimaalsele lähenemiskõrgusele (*MDH*).

Seda nõuet meeskond ei täitnud.

FOM 8.3.5.1 sätestab, et kui maa lähedusest on teatanud keegi meeskonnaliige või vastav madala kõrguse hoiatusüsteem, peab kapten otsekohealt võtma tarvitusele meetmed ohutute lennutingimuste tagamiseks. Isegi juhul, kui tekib kahtlus hoiatuse põhjendatuses, tuleb kohe alustada energilist tegutsemist, et ei tekiks mingit ohuolukorra võimalust lennuki konfiguratsiooni, maapinnale ligioleku või tegelike manöövrite osas.

Puudused meeskonna lähenemiseks ja maandumiseks valmistumisel ei võimaldanud eelnevat nõuet õigeaegselt ja aktiivselt täita.

FOM 8.3.8.1. ja 8.3.8.4 nõuavad lennu sooritamisel arvestamist äikesetegevuse ja tuulenihke võimalustega ja sätestavad nõude anda mootoritele täisvõimsus, et saavutada maksimaalne tõstejõud ja maksimaalne eemaldumine maapinnast lennukiiruse järsul kõikumisel.

Tuulenihke nähtude ilmnemisel lähenemisel, tuleb lisada võimsust ja kasutada juhtimisseadmeid, et tagada kiiruse ja laskumise hoidmine ettenähtud vahemikes. Kui see ei õnnestu, tuleb lähenemine katkestada.

Meeskond ei arvestanud äikesetegevuse (rünksajupilve võib võrdsustada äikesepilvega) ega sellest tekkida võiva tuulenihkele sarnaste ilmingute võimalusega.

Meeskond viivitas kiiruse ja kõrguse juurdevõtu alustamisega pärast lennuki tugevasse loopimisse sattumist.

FOM 8.4 1 (14) nõuab üle poole taevast katvate (oluliste) pilvede arvestamist pilvisuse kõrguse määramisel.

Meeskond alustas instrumentaallennult kõrgusel 1400 jalga visuaallaskumist teadaoleva olulise pilvisuse kõrguse 600 jalga juures.

FOM 8.4.2.4 sätestab vajaduse viia meeskonnas läbi laskumis- ja maandumiseelne briefing ja vajalikud kontrollid.

Meeskond punkti nõudeid ei täitnud.

FOM 8.4.2.4 keelab laskumise alla kõrguse 500 jalga (150 m) maapinnast, kui lennuk pole saavutanud maandumiskonfiguratsiooni, vajalikke lennuparameetreid, stabiliseeritud asendit ja meeskond pole täitnud maandumiseelset kohustuslike kontrollide lehte (*Landing Checklist*) ja kohustab meeskonna alustama teisele ringile minekut sellele kõrgusele laskumisel, kui pole täidetud kasvõi ükski eelloetletud tingimustes.

Meeskond laskus kõrgusele 125 m (st kõrgusele, kus tekkis aktiivne tuulepuhang) ja ei olnud selleks ajaks täitnud ühtegi maandumislaskumise jätkamiseks vajalikku tingimust, peale lennukile maandumiskonfiguratsiooni andmise.

FOM 8.4.3.2. sätestab meeskonnale minimaalse nähtavuse 5 km ja minimaalse pilvekõrguse 1500 jalga visuaallähenemise sooritamiseks.

Meeskond alustas visuaallähenemist maandumiseks olles pilvedes 1400 jala kõrgusel.

FOM 12.2.1.3 sätestab, et kui otsustatakse minna *IFR* lennult *VFR* lennule tuleb sellest teavitada vastavat lennujuhtimisüksust.

Meeskond läks üle visuaallennule ilma lennuliiklusteeninduse üksust teavitamata.

Meeskonnapoolsed vajakajäämised *FOM* eelmainitud sätete täitmisel mõjutasid lennu kulgemist õnnetuse suunas.

2.8. Lennumeeskonna tegevuse vastavus lennukäsiraamatus sätestatule

Lennuki käitamisel peab meeskond juhinduma selle lennukitüübi lennukäsiraamatust - *LKR*.

Lennuki *An-28 LKR* punkt 1.1.1 sätestab, et lennu ohutuse tagamiseks tuleb meeskonnal tunda ja praktikas õigesti rakendada lennutegevusraamatus sisalduvaid nõudeid ja juhendeid.

Meeskond ei täitnud täielikult kõiki *LKR* sätestatud punkte, näiteks:

lennukiiruste osas p 4.4.2, jäätõrjesüsteemide kasutamiseosas p. 4.8.4, kohustuslike kontrollideosas p. 4.14.1, lennuki tagatiibade kasutamise osas p.4.8.4, mootorite rezhiimide osas p. 4.4.1 ja 8.1.9, meeskonnaliikmete kohustuste osas p.4.4.8, kõrgusmõõtjate kasutamise osas p. 4.3.3 ja 4.4.2, öiste lendude sooritamise osas p. 4.9 ja lende atmosfääri turbuletsuses käsitlevas osas p.4.10.

Meeskonnapoolsed vajakajäämised *LKR* eelmainitud sätete täitmisel mõjutasid lennu kulgemist õnnetuse suunas.

3 KOKKUVÕTE

3.1 Lennuõnnetuse asjaolud

- 3.1.1. Lennuki *An-28* inimohvritega purunemine toimus maaga kokkupõrkel õistes tingimustes maandumiseelset lähenemist Kärkla lennurajale 32 sooritades.
- 3.1.2. Lennuõnnetusse sattunud lennuk ja tema süsteemid olid tehniliselt korras ning võimaldasid sooritada ohutut lähenemist Kärkla lennurajale 32.
- 3.1.3. Kärkla lennuvälja ilmatingimused, lennujuhi poolt lennuki meeskonnale edastatud teave ja lennuvälja seadmed võimaldasid sooritada lennuki *An-28* ohutut instrumentaallähenemist lennurajale 32.

3.2 Lennuõnnetuse põhjused

Lennuõnnetuse põhjustas lennuki kapteni ebaadekvaatne olukorra hinnang lähenemiseks ning sellest tulenevad ebaõiged juhtimisvõtted, mis seisnesid:

- 3.2.1. Lennuki väljatoomiseks intensiivse jäätumise tingimustest sooritatud üleminekus aktiivse laskumisega visuaallähenemisele algselt kavatsatud instrumentaallähenemiselt;
- 3.2.2. Keerulistes meteoroloogilistes tingimustes sattumise võimaluse mitteamistamisest maandumiseks valmistumisel ja nendesse sattumisel korduslähenemise või tagasipöördumise manöövri mittealustamises;
- 3.2.3. Põhjendamatult väikese lennukiiruse ja suure laskumiskiiruse hoidmine lähenemisel ning ebapiisavalt korraldatud kontroll kõrguse üle.

3.3 Lennuõnnetuse tekkimisele kaasaitavateks teguriteks olid:

- 3.3.1. Tugevatele jäätumistingimustele järgnenud lennuki sattumine madalal kõrgusel lumesajust, turbulentsist ja rünksajupilvest tekitatud keerulistes ilmatingimustes;
- 3.3.2. Kaptenipoolne oma oskuste ülehindamine lennuki *An-28* süsteemide tundmisel ja piloteerimisel keerulistes ilmatingimustes;
- 3.3.3. Lennuki *An-28* lennukäsiraamatu nõuete mittetäitmine lennuki süsteemide käitamise ja meeskonnatöö korraldamise osas;
- 3.3.4. Lennuettevõtte lennutegevuskäsiraamatu nõuete mittetäitmine õigeaegselt lähenemise katkestamiseks ja kõrgusevõtule üleminekuks;
- 3.3.5. Lennuki teise piloodi poolt suure lennukogemusega kapteni lennukit *An-28* puutuva piloteerimis- ja navigeerimisoskuste ülehindamine ning sellest tulenev passiivsus lennuki kapteni abistamisel keerulistes ilmatingimustes sattumisel;
- 3.3.6. Laskumise alustamises eesmärgiga sooritada visuaallähenemine ilma vastavat lennuliiklusteenistuse luba omamata;
- 3.3.7. Laskumisnurga visuaalseks hindamiseks vajalike tulede (*PAPI*) puudumine Kärkla lennurajal 32;

4. ETTEPANEKUD LENNUOHUTUSE PARANDAMISEKS

- 4.1. Nõuda kõigilt lennukite *An-28* käitajatelt lennukäsiraamatu nõuete täpset täitmist ja vajadusel täpsustada ning vormistada muudatused lennukäsiraamatus. Varustada kõik Eestis käitatavad lennukid *An-28* jalgsüsteemsete kõrgusmõõdjatega mõlemale piloodile.
- 4.2. Lennukeid *An-28* käitavates lennuettevõtetes vaadata üle ja vajadusel korrastada lennutegevuse käsiraamatute osad, mis käsitlevad meeskonnatööd ning otsuste vastuvõtmist väljalennuks ja maandumiseks.
- 4.3. Kõigis lennuettevõtetes üle vaadata ja korrastada lähenemisprotseduuride planeerimise kord ning tagada meeskondadele regulaarne lähenemisskeemide kasutamise alane koolitus.
- 4.4. Lennuettevõtetel tagada pilootidele regulaarne osalemine mitme meeskonnaliikmega õhusõidukite meeskonna koostöö (*CRM*) kursustel.
- 4.5. Lennumeeskondade formeerimisel lendudeks keerulistes ilmatingimustes või keeruliste maandumistingimustega lennuväljadele arvestada mõlema meeskonnaliikme vastavat tüübikogemust.
- 4.6. Varustada Kärkla lennuraja mõlemad suunad lähenemise vertikaalnurga indikeerimiseks vajalike *PAPI* tuledega.

Lennuõnnetuse uurimise komisjoni esimees

Tõnu Naestema

Komisjoni esimehe asetäitja

Toomas Peterson

Komisjoni liikmed:

Jaan Milvek

Tõnu Ader

Tanel Kulbas

Lisade loetelu:

Lisa 1 Kabiiniside väljakirjutis 5 lehel;

Lisa 2 Lennuparameetrite registraatori andmete väljatrükk 3 lehel;

Lisa 3 Lennuki lähenemistrajektoori skeem 1 lehel;

Lisa 4 Lennukivraki pildid sündmuskohal 2 lehel;

Lisa 5 Kärkla lennuraja 32 instrumentaallähenemise skeem 2NDB