



Slutrapport SHK 2023:10

**Oväntad gir – Olycka utanför Härnösand,
Västernorrlands län den 26 juni 2022 med
helikoptern SE-JER av modellen Bell
206B**

Diariernr L-58/22

2023-08-25

SHK utreder olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt: Syftet med utredningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s utredningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar, vare sig straffrättsligt, civilrättsligt eller förvaltningsrättsligt.

Rapporten finns även på SHK:s webbplats: www.havkom.se

ISSN 1400-5719

Illustrationer i SHK:s rapporter skyddas av upphovsrätt. I den mån inte annat anges är SHK upphovsrättsinnehavare.

Med undantag för SHK:s logotyp, samt figurer, bilder eller kartor till vilka någon annan än SHK äger upphovsrätten, tillhandahålls rapporten under licensen Creative Commons Erkännande 2.5 Sverige. Det innebär att den får kopieras, spridas och bearbetas under förutsättning att det anges att SHK är upphovsrättsinnehavare. Det kan t.ex. ske genom att vid användning av materialet anges ”Källa: Statens haverikommission”.



I den mån det i anslutning till figurer, bilder, kartor eller annat material i rapporten anges att någon annan är upphovsrättsinnehavare, krävs dennes tillstånd för återanvändning av materialet.

Omslagets bild tre – Foto: Anders Sjäodén/Försvarmakten.

Innehåll

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar	5
Utredningen.....	5
SAMMANFATTNING	8
1. FAKTAREDOVISNING	9
1.1 Redogörelse för händelseförloppet	9
1.1.1 Förutsättningar.....	9
1.1.2 Händelseförlopp	9
1.2 Personskador.....	12
1.3 Skador på luftfartyget	12
1.4 Miljöpåverkan och andra skador.....	12
1.5 Pilotens kvalifikationer	13
1.6 Luftfartyget	13
1.6.1 Helikoptern.....	14
1.6.2 Rotorsystem.....	14
1.6.3 Motorinstrument	15
1.6.4 Prestanda.....	15
1.7 Meteorologisk information	16
1.8 Navigationshjälpmedel	16
1.9 Radiokommunikationer.....	16
1.10 Flygplatsdata.....	16
1.11 Färd- och ljudregistratorer	17
1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak	17
1.12.1 Olycksplatsen	17
1.12.2 Luftfartygsvraket	18
1.13 Medicinsk information.....	18
1.14 Brand.....	18
1.15 Överlevnadsaspekter.....	19
1.15.1 Räddningsinsatsen	19
1.15.2 Ombordvarandes placering och användning av bälten.....	20
1.16 Särskilda prov och undersökningar.....	20
1.16.1 Teknisk undersökning av helikoptern.....	20
1.16.2 Beräkning av huvudrotorvarvtal.....	21
1.16.3 Påverkan av girkontrollen vid ett lägre rotorvarv än 100 %.....	21
1.17 Berörda aktörers organisation och ledning	21
1.18 Övrigt.....	22
1.18.1 Förlust av stjärtrotorns effektivitet – oväntad gir	22
1.18.2 Flygförhållanden med risk för oväntad gir	22
1.18.3 Dokument med information om oväntad gir	24
1.18.4 Bestämmelser om utbildning	24
1.18.5 Praktisk utbildning – oväntad gir.....	25
1.18.6 Pilotens flygutbildning	25
1.18.7 Liknande olyckor.....	25
1.19 Särskilda utredningsmetoder.....	25
2. ANALYS	26
2.1 Tekniska undersökningar	26
2.2 Vindförhållandena.....	26
2.3 Det första landningsförsöket	26
2.4 Den valda landningsplatsen	26

2.5	Varför förlorades kontrollen?	27
2.5.1	Pilotens upplevelse av otillräcklig girkontroll	27
2.6	Överlevnadsaspekter.....	27
2.7	Kunskapen om oväntad gir bör ökas	27
2.8	Räddningsinsatsen	28
3.	UTLÅTANDE.....	29
3.1	Utredningsresultat.....	29
3.2	Orsaker till olyckan	29
4.	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	30

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att utreda olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s utredningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En utredning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar i framtiden eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska utredningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s utredningar syftar till att ge svar på tre frågor: *Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar?*

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en utredning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av utredningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Utredningar av luftfartshändelser regleras i huvudsak av förordningen (EU) nr 996/2010 om utredning och förebyggande av olyckor och tillbud inom civil luftfart och lagen (1990:712) om undersökning av olyckor. Utredningarna genomförs i enlighet med Chicagokonventionens Annex 13.

Utredningen

SHK underrättades den 26 juni 2022 om att en olycka med en helikopter med registreringsbeteckningen SE-JER inträffat vid Skogsfånget, Härnösands kommun, Västernorrlands län, samma dag kl. 20.10.

Olyckan har utretts av SHK som företrätts av Kristina Börjevik Kovaniemi, ordförande, Ola Olsson, utredningsledare och Stefan Carneros, operativ utredare.

SHK har biträtts av Magnostic AB som expert inom bild- och ljudanalys, Element Materials Technology AB som expert inom bränsle- och oljeanalys och av Roslagens Helikopterflyg AB som expert inom flygteknik.

Som ackrediterad representant för Kanada har Nora Vallée från Transportation Safety Board of Canada (TSB Canada) deltagit. Hon har biträtts av rådgivare från Bell Textron Canada Ltd.

Som rådgivare för EASA (Europeiska unionens byrå för luftfartssäkerhet) har Gabriel Ivan deltagit.

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Magnus Axelsson deltagit.

Följande organisationer har notifierats: EASA, EU-kommissionen, Transportstyrelsen och myndigheterna för säkerhetsutredningar i USA (NTSB) respektive i Kanada (TSB Canada).

Utredningsmaterialet

Intervjuer har genomförts med piloten, passagerarna och ett antal vittnen som sett olyckan.

Olycksplatsen och helikoptern har undersökts.

Färddata från en läsplatta med ett navigeringsprogram har inhämtats och analyserats.

Bild och ljud från en film av olycksförloppet tagen med en mobiltelefon har analyserats.

Vinduppgifter från närliggande vindkraftverk har inhämtats.

Ett haverisammanträde hölls den 25 januari 2023 i Härnösand och ett digitalt sammanträde på engelska hölls den 1 februari 2023. Vid mötena presenterade SHK det faktaunderlag som förelåg.

Slutrapport SHK 2023:10

Luffartyg:	
Registrering, typ	SE-JER, Bell 206
Modell	206B
Luftvärdighet	Luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC) ¹
Serienummer	2491
Operatör	Privat
Tidpunkt för händelsen	2022-06-26, kl. 20.10 i dagsljus Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk sommartid (UTC ² + 2 timmar)
Plats	Skogsfånget, Härnösands kommun, Västernorrlands län, (position 62°36'3N 017°46'4 E, 84 meter över havet)
Typ av flygning	Privat
Väder	Enligt SMHI:s analys: vind syd till sydost 7–9 knop, sikt över 10 km, klart väder, temperatur/daggpunkt 21–23/-13–15°C, QNH ³ 1017 hPa
Antal ombord:	5
Besättning	1
Passagerare	4
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Betydande
Andra skador	Bränsle- och oljeläckage. Mindre skador på vegetation och ett staket.
Piloten:	
Ålder, certifikat	44 år, PPL(H) ⁴
Total flygtid	179 timmar, varav 32 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	72 timmar, varav 32 timmar på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	112

¹ ARC (Airworthiness Review Certificate) – granskningsbevis avseende luftvärdighet.

² UTC (Coordinated Universal Time) – referens för angivelse av tid världen över.

³ QNH – anger det atmosfäriska trycket vid havsytans medelnivå.

⁴ PPL(H) (Private Pilot License Helicopter) – privatflygarcertifikat för helikopter.

SAMMANFATTNING

Piloten hade tidigare under dagen gjort ett antal flygningar i närområdet. Under kvällen skulle piloten genomföra samfinansierade flygningar med passagerare. Dessa utgick från ett odlat fält vid Skogsfånget i närheten av Härnösand. Olyckan inträffade vid den andra rundflygningen från den platsen.

Efter drygt 15 minuters flygning gjordes en inflygning mot start- och landningsplatsen. Efter ett landningsförsök där piloten upplevde störningar från vinden gjorde piloten ett omdrag för att landa på en närliggande hustomt. Denna plats hade begränsad hinderfrihet vilket medförde att piloten fick göra en final med brant plané. Under slutet av finalen hade helikoptern låg fart och ett högt effektuttag. Den relativa vinden kom snett framifrån vänster. Helikoptern började oväntat gira åt höger och piloten upplevde att styråtgärderna inte räckte för att motverka giren, som övergick i en okontrollerad rotation åt höger. Piloten drog då av gasen vilket stoppade rotationen, men det medförde även att helikoptern började sjunka. Helikoptern kolliderade med träd varefter den slog ned hårt i marken.

Inga allvarliga personskador uppstod, men skadorna på helikoptern blev betydande.

Något tekniskt fel som kan ha bidragit till händelsen har inte kunnat konstaterats.

Utredningen har visat att en faktor i händelsen var ett fenomen som kallas oväntad gir som kan uppkomma när stjärtrotorn förlorar sin effektivitet.

Orsaker till olyckan

Inför landningen flögs helikoptern med låg fart, högt effektuttag, utan mark-effekt och med den relativa vinden från vänster sida. Detta bidrog till att stjärtrotorns effektivitet minskade vilket resulterade i en oväntad högergir som övergick i en okontrollerad rotation.

Bidragande faktorer har varit att:

- Piloten hade otillräcklig kunskap om risken för oväntad gir.
- Den valda landningsplatsen hade begränsad hinderfrihet och en hög svårighetsgrad.

Säkerhetsrekommendationer

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- på lämpligt sätt informera berörda aktörer om riskerna för oväntad gir. (SHK 2023:10 R1)

EASA rekommenderas att:

- på lämpligt sätt informera berörda aktörer om riskerna för oväntad gir. (SHK 2023:10 R2)

1. FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Förutsättningar

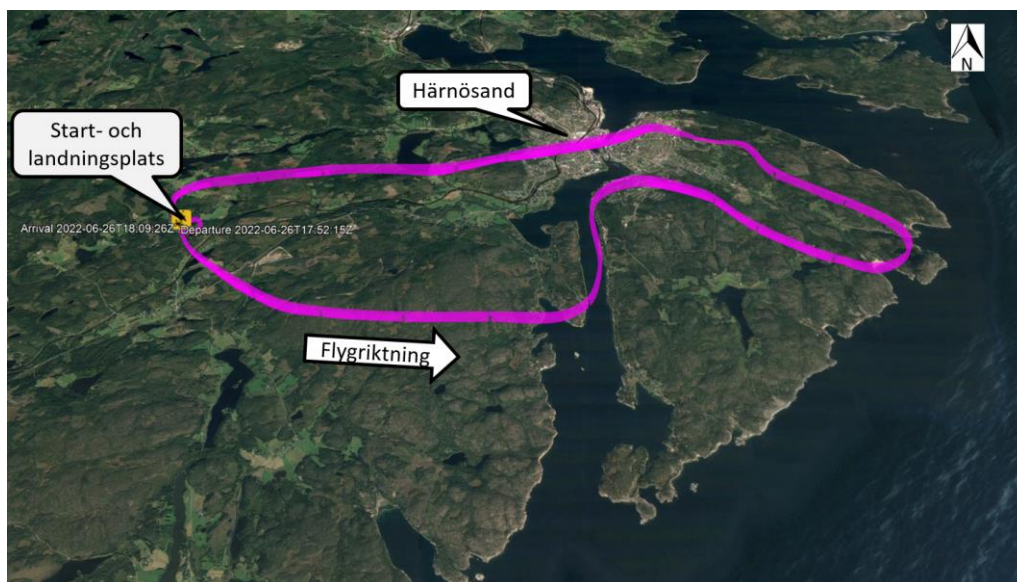
Piloten hade tidigare under dagen gjort ett antal flygningar i närområdet. Under kvällen skulle piloten genomföra ytterligare flygningar med passagerare. Dessa utgick från ett odlat fält vid Skogsfånget i närheten av Härnösand. Olyckan inträffade vid den andra rundflygningen från den platsen.

När piloten skulle landa efter den första flygningen upplevde piloten en girstörning åt höger, men kunde landa på fältet. När passagerarna från den första flygningen hade stigit ur tog fyra nya passagerare plats i helikoptern. En person på marken assisterade passagerarna med säkerhetsbälten och hantering av dörrarna.

Flygningarna var enligt uppgift samfinansierade, s.k. *cost-share*, vilket betyder att pilot och passagerare delar de direkta kostnader som uppstår i samband med en flygning.

1.1.2 Händelseförlopp

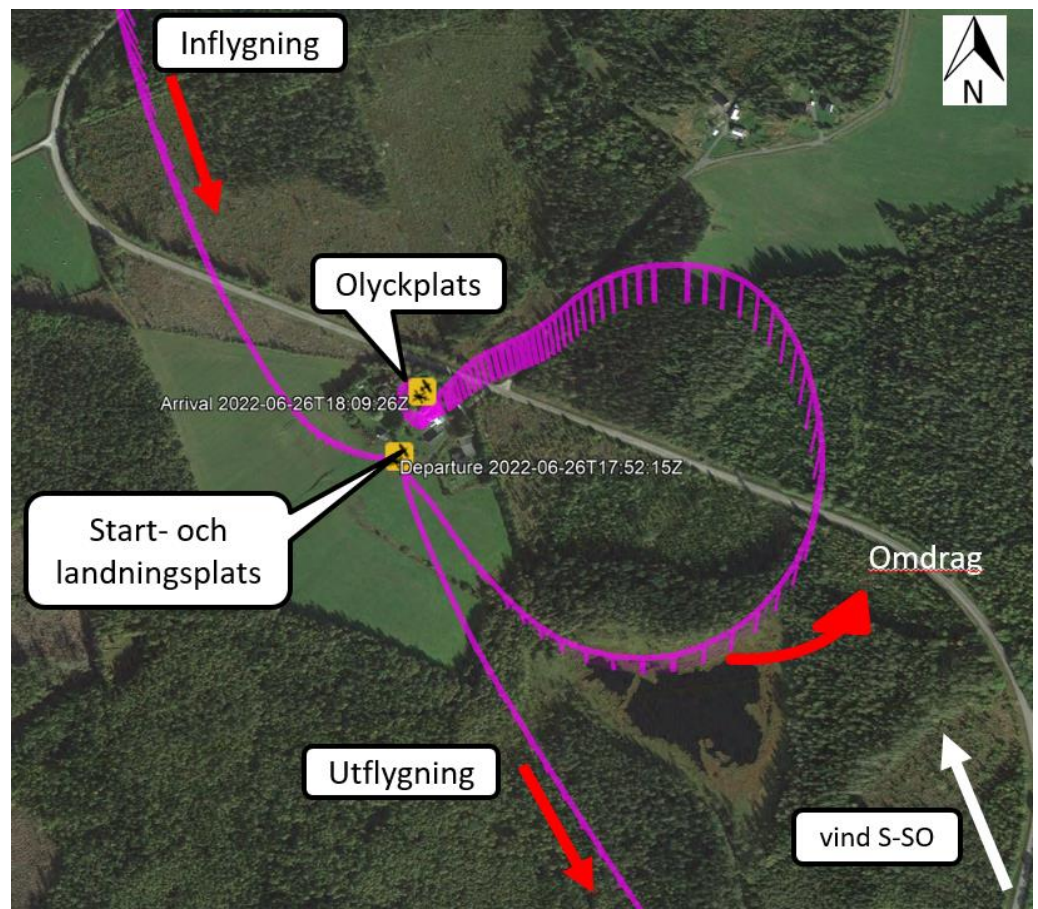
Flygningen gjordes lokalt bland annat över Härnösand (se figur 1). Efter drygt 15 minuters flygning gjordes en inflygning mot start- och landningsplatsen från norr.



Figur 1. Bild med flygdata som visar hela flygningen. Markeringar infogade av SHK. Kartbild: Google Earth. © Lantmäteriet Dnr R61749_190001.

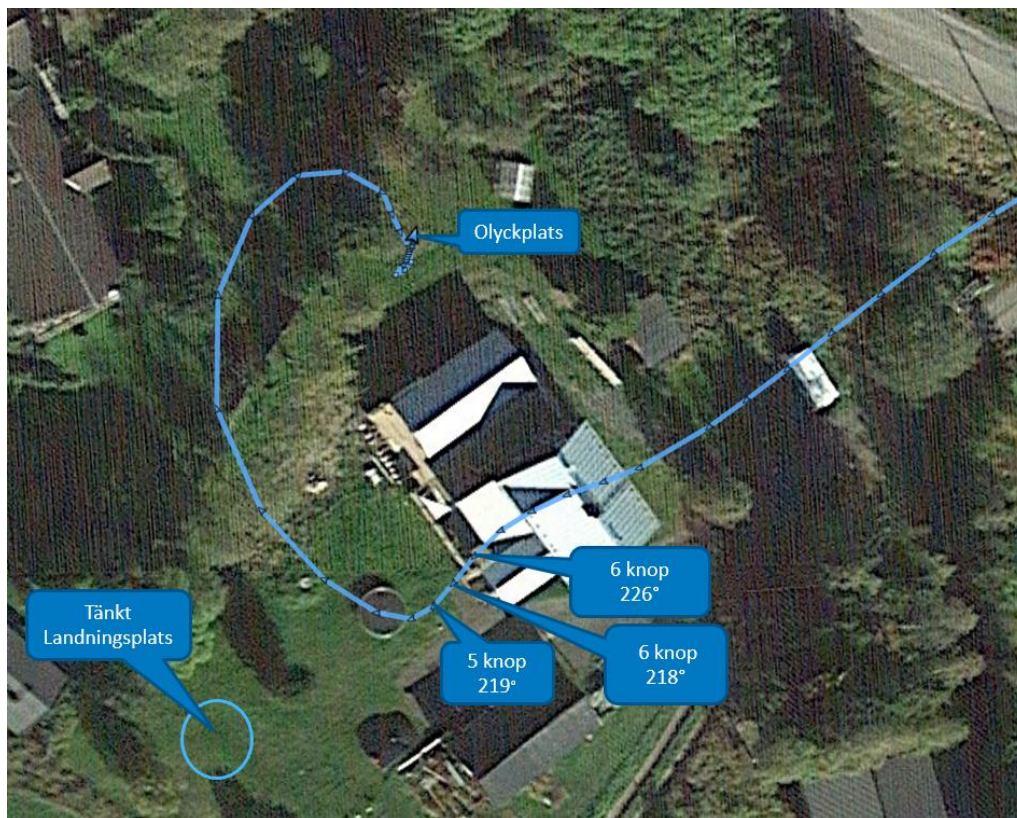
Piloten gjorde ett landningsförsök i ostnordostlig riktning på det odlade fältet. På grund av en hög indikering av motorns vridmoment (Torque) kunde piloten inte manövrera helikoptern i girled till önskad kurs. Piloten gjorde därför ett omdrag i vänstervarv för att landa i en annan riktning på en närliggande hustomt. Detta var en plats som piloten hade använt tidigare. Platsen var trång och därför hade ett mindre träd tagits bort för att öka hinderfriheten.

Figur 2 visar utflygningsriktningen vid starten, inflygningsriktningen, start- och landningsplatsen på det odlade fältet, omdraget med ett vänstervarv och olycksplatsen.



Figur 2. Bild med flygdata som bland annat visar området för start- och landningsplatsen, omdraget och finalen mot olycksplatsen. Markeringar infogade av SHK. Kartbild: Google Earth. © Lantmäteriet Dnr R6174919_0001.

En final ansattes med sydvästlig kurs för att göra en brant plané mot den nya landningsplatsen. Vid slutet av finalen passerade helikoptern över ett bostadshus där ett antal personer befann sig. Helikopterns färdhastighet då var cirka 5 knop och minskande, färdvinkeln och kursen var ca 220° och höjden över marken cirka 30 meter (se figur 3).



Figur 3. Bild med flygdata som visar färdlinjen vid finalen. Helikopterns färdhastighet och färdvinkel de tre sista sekunderna innan helikoptern började gira åt höger är markerade, liksom den tänkta landningsplatsen på tomten och olycksplatsen. Notera att satellitbilden från Google Earth inte visar de verkliga förhållandena vid tiden för olyckan. Markeringar infogade av SHK. Kartbild: Google Earth. © Lantmäteriet Dnr R6174919_0001.

Kort därefter började helikoptern gira åt höger. Piloten ökade successivt vänster pedalutslag, men upplevde att detta inte räckte för att motverka giren.

För att stoppa giren sänkte piloten stigspaken och förde styrspaken framåt, men giren fortsatte och övergick i en okontrollerad rotation åt höger (se figur 4).



Figur 4. Bildserie som visar helikoptern i den okontrollerade rotationen åt höger. Markeringar av SHK som visar bildhastighet och tidskod. Foto: Privat.

Piloten vred av gashandtaget till tomgång för att minska rotationen. Rotationen upphörde, men gasavdraget medförde samtidigt att helikoptern sjönk ner mot marken. Helikoptern kolliderade med ett antal träd varefter den slog ned hårt i marken (se figur 5).



Figur 5. Helikopters läge omedelbart före nedslaget. Foto: Privat.

Efter nedslaget stängde piloten av motorn.

Ett vittne på marken sprang mot helikoptern, öppnade passagerardörren på höger sida och hjälpte till med utrymningen.

1.2 Personskador

Inga allvarliga. Två av passagerarna upplevde dock smärta i nacke och rygg.

1.3 Skador på luftfartyget

Betydande.

1.4 Miljöpåverkan och andra skador

Vid olyckan uppstod ett läckage av uppskattningsvis 170 liter bränsle och en mindre mängd hydraulolja. Detta kom att medföra en sanering av ca 16 ton jord från olycksplatsen. I övrigt uppstod mindre skador på träd, buskar och ett staket vid nedslagsplatsen.

1.5 Pilotens kvalifikationer

Piloten, 44 år, hade PPL(H) med gällande behörighet på typen och giltigt medicinskt intyg. Certifikatet var utfärdat den 21 december 2021 på helikoptertypen Robinson R44.

Senaste	24 timmar	90 dagar	Totalt
Alla typer	4	72	179
Aktuell typ	4	32	32

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 112.
Flygprov på typen gjordes den 31 maj 2022.

1.6 Luftfartyget

Bell 206B är en enmotorig gasturbindriven helikopter med en tvåbladig huvudrotor som har en diameter på drygt 10 meter. Helikoptern är godkänd för en pilot och fyra passagerare.



Figur 6. Helikoptern SE-JER tidigare samma dag. Foto: Privat

1.6.1 *Helikoptern*

Typcertifikatinnehavare	Bell Textron Canada Ltd, Canada
Modell	Bell 206B
Serienummer	2491
Tillverkningsår	1978
Flygmassa, kg	Max tillåten start-/landningsmassa 1 451 aktuell 1 332
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser
Total gångtid, timmar	10 468
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	19
Antal cykler	14 208
Typ av bränsle som tankats före händelsen	Jet A-1

Motor	
Typcertifikatinnehavare	Rolls-Royce Corporation
Motortyp	250-C20B
Antal motorer	1
Serienummer	CAE-840563
Total gångtid, timmar	4 578
Gångtid efter senaste tillsyn, timmar	19

Helikoptern hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC). Det fanns inga kvarstående anmärkningar. Det fanns inte heller några anmärkningar under den senaste tremånadersperioden.

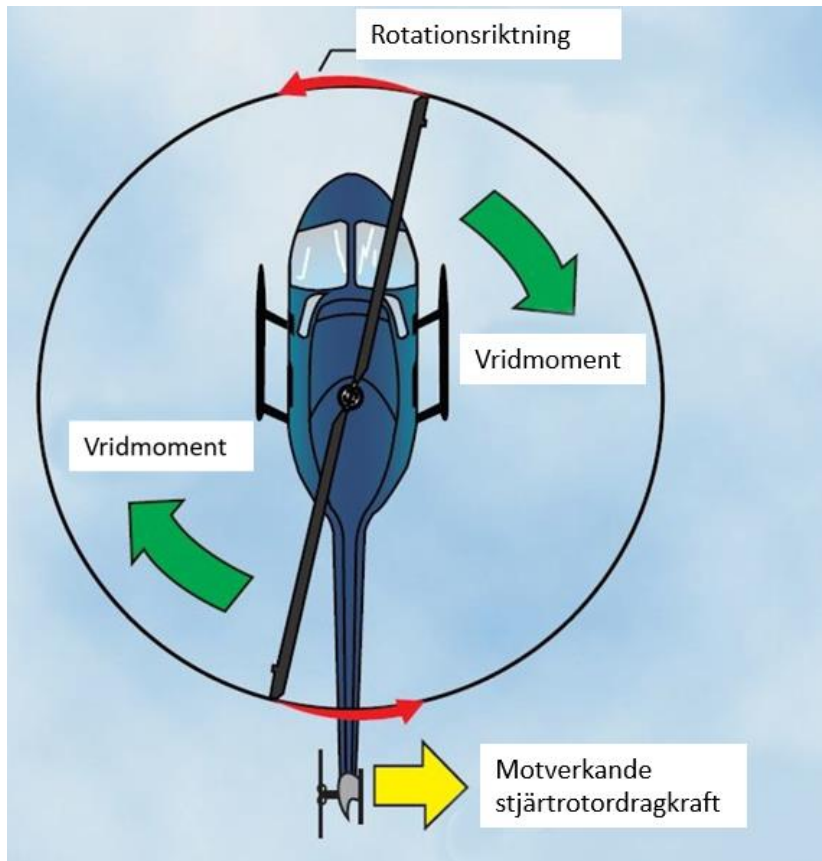
Den senaste tillsynen var utförd den 14 juni 2022 vid flygtiden 10 449 timmar och var en kombinerad årlig/100-timmarsinspektion. Vid tillsynen utfördes bland annat en rutinmässig effektkontroll av motorn som var utan anmärkning.

1.6.2 *Rotorsystem*

Huvudrotorns varvtal är 395 varv per minut vid indikeringen 100 %. Tillåtet driftområde är mellan 97–100 %. Om varvtalet underskrider 90 % tänds en varningslampa på instrumentpanelen och en ljudvarning följer.

Huvudrotorn på denna typ av helikopter roterar moturs uppifrån sett. Det ger helikoptern ett vridande moment i motsatt riktning till rotationsriktningen, vilket i detta fall är åt höger. Vridmomentet är mest markant vid höga effektuttag i kombination med låg flygfart.

Stjärtrotorn ger en motverkade dragkraft som kompenserar för det vridande momentet som huvudrotorn ger upphov till (se figur 7). Dragkraften hos stjärtrotorn kontrolleras genom pedalutslag som ändrar rotorbladens vinklar. Stjärtrotorn har ett utväxlingsförhållande av 6,472:1 mot huvudrotorns varvtal. Stjärtrotorns varvtal är 2 556 varv per minut vid indikeringen 100 %.



Figur 7. Schematisk bild som visar huvudrotorbladens rotationsriktning och det vridmoment som uppstår samt stjärtrotorns motverkande dragkraft. Markeringar infogade av SHK. Källa: FAA⁵.

1.6.3 Motorinstrument

Helikoptern var bland annat utrustad med ett digitalt motorinstrument som visar motorturbinens utloppstemperatur. Denna temperatur är en viktig parameter hos en gasturbinmotor och en indikation på motorns funktion. Instrumentet hade en minnesfunktion som registrerar temperaturvärden under motorstart och flygning. En utläsning av instrumentet visade inte några överskridna värden.

1.6.4 Prestanda

Beräkningar gjorda utifrån flyghandboken visar att helikopterns prestanda inte var begränsad av de aktuella förhållandena som rådde vid tillfället.

⁵ Federal Aviation Administration – den federala luftfartsmyndigheten i USA.

Men av flyghandboken framgår att stjärtrotorns kontrollmarginal och/eller motorparametrar (turbintemperatur (ToT) och Torque) kan begränsa flygning vid hovring med en relativ vind som kommer från en sektor av 050–210°.

1.7 Meteorologisk information

Enligt SMHI:s analys

Vid olycksplatsen kl. 20.10 lokal tid: Vind syd till sydost 7–9 knop, sikt över 10 km, klart väder, uppehåll, temperatur/daggpunkt 21–23/-13–15°C, QNH 1017 hPa.

Närmare om vindförhållandena

Olycksplatsen ligger 84 m ö.h. och de närmsta topografiska landmärkena är Hällenylandsberget 119 m ö.h. beläget 1 km öster om positionen, Spjutåsberget 196 m ö. h. beläget 3,7 km åt sydost och Lilltjärnsberget 143 m ö.h. 3 km sydväst från olycksplatsen.

I låghöjdsprognosen för området var den förväntade vindhastigheten vid tidpunkten 1–10 knop med byvindar upp till 16 knop. Detta bedöms som relativt svaga vindar och borde inte gett upphov till någon mekanisk turbulens och det var heller inte prognostiserat någon måttlig turbulens i området. Det går dock inte att utesluta att terrängen gett upphov till variationer i vindriktning och hastighet, men detta har enligt SMHI inte gått att verifiera med observationer.

Information från närliggande vindkraftverk

Det finns två vindkraftverk vid Spjutåsberget. Platsen för vindkraftverken är belägen ungefär 170 m ö.h. och tornhöjden är 114 meter. Tornen är utrustade med vindmätare som registrerar vindriktning och vindstyrka med min, max och medelvind under 10-minutersperioder.

Enligt uppgifter från vindmätarna var vindarna sydliga mellan 169–188° med hastigheten 7,4 m/s (max 9,6 och min 4,1 m/s) vid tiden för olyckan.

1.8 Navigationshjälpmedel

Inte aktuellt.

1.9 Radiokommunikationer

Inte aktuellt.

1.10 Flygplatsdata

Inte aktuellt.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

Några färd- eller ljudregistratorer fanns inte installerade. Sådan utrustning krävs heller inte för denna typ av luftfartyg.

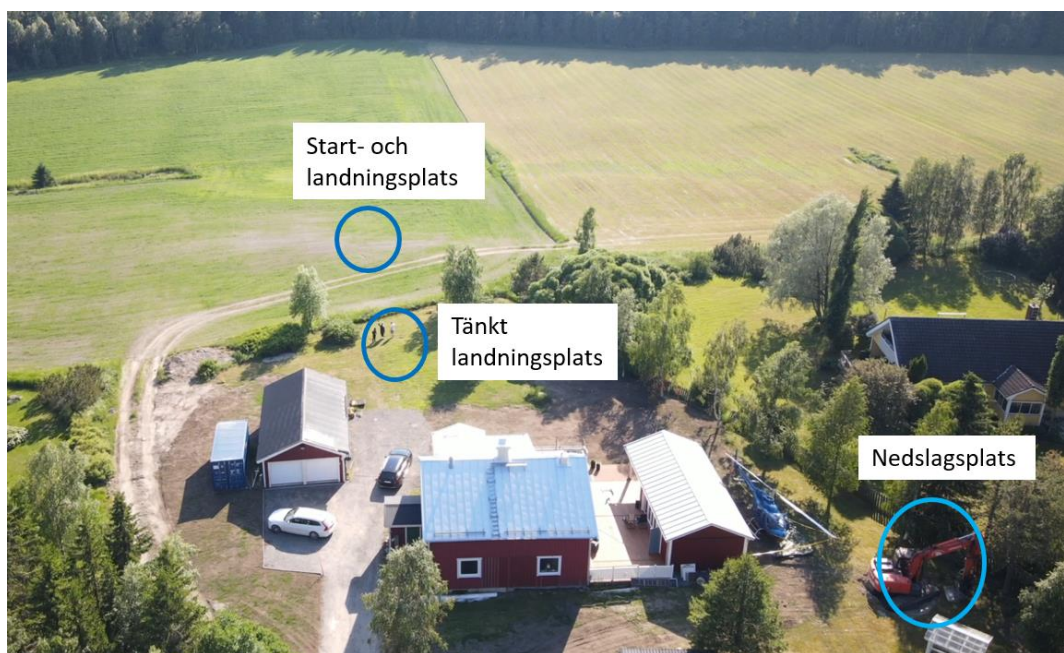
Under flygningen använde piloten en läsplatta med navigeringsapplikationen SkyDemon. SHK har fått tillgång till registrerade flygdata från applikationen. Denna data har presenterats i avsnitt 1.1.2.

Ett vittne på marken filmade olycksförloppet med en mobiltelefon. SHK har analyserat filmen (se avsnitt 1.16.2).

1.12 Olycksplats och luftfartygsvrak

1.12.1 Olycksplatsen

Helikoptern slog ned vertikalt vid en samling träd på en bostadstomt. Nedslagsplatsen var ett tiotal meter från närmaste bostadshus och drygt 70 meter norr om startplatsen (se figur 8).



Figur 8. Bild över olycksområdet sett från inflygningsriktningen under finalen. Platsen för starten på fältet, den tänkta landningsplatsen på tomten och nedslagsplatsen är markerade.

Delar av stammar och grenar från björk- och tallträd kapades av rotorbladen. Bakre delen av stjärtbommen slog i ett staket som utgjorde tomträns till ett närliggande bostadshus (se figur 9).



Figur 9. Helikoptern på nedslagsplatsen. Foto: Medelpads Räddningstjänstförbund.

1.12.2 *Luftfartygsvraket*

Vänster landställsmed var bruten och hade punkterat bränsletanken. Bakre delen av stjärtbommen hade skador som bland annat orsakats av stjärtrotorbladen och av kollisionen.

Yttre delen av ett av huvudrotorbladen bröts av vid kollisionen med träden. Det påträffades 185 meter från olycksplatsen.

1.13 **Medicinsk information**

Ingenting har framkommit som tyder på att pilotens psykiska eller fysiska kondition varit nedsatt före eller under flygningen.

1.14 **Brand**

Brand uppstod inte.

1.15 Överlevnadsaspekter

1.15.1 Räddningsinsatsen

Nödsändaren (ELT⁶) av typen Kannad 406 AF-H aktiverades vid olyckan.

Signalen från nödsändaren inkom till JRCC⁷ kl. 20.11 varvid räddningsledaren där började söka efter information om orsaken. Sjöfartsverkets räddningshelikopter larmades också för att påbörja en sökning efter en eventuell olycksplats. Efter att ha fått kontakt med ägaren till helikoptern kl. 20.26 stod det klart att en olycka skett men att ingen var allvarligt skadad. Ägaren hade pratat med helikopterpiloten och kunde förmedla information om händelsen, position och att personer på plats hade ringt 112 och larmat.

Räddningsledaren ringde kl. 20.29 SOS Alarm via ett särskilt nummer för att larma om olyckan, men lade på efter två minuter och 40 sekunder utan att ha fått svar. Även det allmänna numret 112 provades utan att få svar. Samtidigt ringde JRCC även till helikopterpiloten som berättade vad som hade inträffat, var de var och att samtliga fem ombordvarande klarat sig utan allvarliga skador. Piloten meddelade också att denne försökt ringa 112 men inte fått något svar.

Klockan 20.33 ringde JRCC till SOS Alarm igen och fick svar efter 17 sekunder. Efter frågan om tidigare uteblivet svar uttryckte larmoperatören på SOS Alarm att det var otroligt hög belastning för tillfället med upp till fyra minuters svarstid. Närmare kl. 20.35 besvarades även larmsamtal från personer på olycksplatsen, väntetiden var då ca tre och en halv minut.

SOS Alarm larmade kl. 20.36 Räddningstjänsten Höga Kusten-Ådalen och två ambulanser samt informerade polisen. Den första ambulansen och den första enheten från räddningstjänsten anlände ungefär tio minuter senare. Polisen skickade inga resurser till platsen. Personerna som varit ombord på helikoptern togs om hand. Två av passagerarna upplevde smärtor och fördes till sjukhus med ambulans för kontroll. Övriga ombordvarande tog sig senare själva till sjukhus för kontroll.

En stor mängd bränsle hade läckt ut från helikoptern. Större delen hade dränerats ner i marken och endast en mindre mängd bränsle kunde samlas upp av räddningstjänsten. Ett saneringsarbete av marken påbörjades kort efter att räddningstjänstens insats avslutats kl. 22.13.

⁶ ELT (Emergency Locator Transmitter) – nödsändare.

⁷ JRCC (Joint Rescue Co-ordination Centre) – Sjö- och flygräddningscentralen.

Svarstid för nödnumret 112

Alarmeringsföretaget SOS Alarm Sverige AB ansvarar bland annat för nödnumret 112 och alarmering av räddningstjänst och prehospital sjukvård. SOS Alarm ägs av staten och Sveriges kommuner och regioner. Uppdragen är reglerade i ett avtal (alarmeringsavtalet) med staten. I alarmeringsavtalet regleras bland annat svarstiderna när någon ringer 112. Enligt avtalet ska medelsvarstiden för nödanrop vara högst 8 sekunder och ingen som ringer 112 ska normalt behöva vänta på svar längre än 30 sekunder.

1.15.2 Ombordvarandes placering och användning av bälten

Piloten satt i höger pilotsäte. En passagerare satt i vänster framsäte. De övriga tre passagerarna satt i det bakre passagerarsätet. Samtliga använde de installerade bältena.

Utrymningen av helikoptern genomfördes genom dörrarna på höger sida, eftersom den brutna landställsmeden blockerade båda dörrarna på vänster sida.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1.16.1 Teknisk undersökning av helikoptern

En teknisk undersökning visade att huvudrotorväxellådan var bruten i sina infästningar vid ovansidan av flygkroppen. Den magnetiska spånvarnaren i botten av växellådan hade brutits loss, vilket medfört att olja läckt ut ur växellådan.

Drivaxelkopplingen mellan motorn och huvudrotorväxellådan var bruten. Kopplingens inre kugghjul hade kommit i kontakt med omgivande struktur under rotation, vilket orsakat en stor mängd metallspån i utrymmena för motor och växellåda.

Ett bränsleprov togs från motorns bränslefilter. Det var inom kravgränserna för Jet A-1 och visade inte heller på synbart vatten eller andra synbara föroreningar i provet.

Övriga resultat av undersökningen:

- Stjärtrotorns kontrollsystem har undersökts avseende funktion, riggning och för installation av rätt komponenter. Några avvikelser kunde inte konstateras.
- Stjärtrotorväxellådans olja var inom godkänd nivå och analysen av oljan visade inget anmärkningsvärt.
- Stjärtrotordrivaxeln var avbruten vid bakre delen av stjärtbommen. Drivaxelns främre och bakre del från brottet gick att dra runt utan missljud och motstånd.
- Stjärtrotorn gick att dra runt utan missljud och motstånd.

- Stjärtrotorbladens framkanter var rena och utan kontaminering av insekter. Bladens ytor hade dock viss beläggning av sot från motoravgaser. Enligt uppgift från Bell Textron har den beläggning som fanns på rotorbladens ytor ingen negativ påverkan på deras funktion och prestanda.
- En analys av motoroljan visade inga avvikelser.
- Stig- och styrspek hade full rörlighet.
- Spånvarnare för huvudrotor- och stjärtrotorväxellåda hade inga anmärkningsvärda spån mängder.
- Hydraulfiltren för servostyrningen hade inga föroreningar.

Motorn har demonterats och en teknisk inspektion av motorn har utförts av en underhållsorganisation. Inspektionen som omfattande turbin, kompressor och växellåda visade inte på några tekniska fel som skulle kunna ha påverkat händelseförloppet. Inga skador fanns på bränsle- eller luftför. Turbinens bränsleregulator, bränslepumpen, bränslemunstycken och luftavtappningsventilen har blivit funktionsprovade på en annan motor utan anmärkningar.

1.16.2 Beräkning av huvudrotorvarvtal

En analys av videon som fångade händelseförloppet har gjorts i syfte att beräkna varvtalet hos helikopterns huvudrotor. Analysen har innefattat följande moment;

- Beräkning av antal varv av huvudrotorns blad per tidsenhet i videon.
- Beräkning av antalet ljudstötter från huvudrotorn per tidsenhet i ljudfilens grafiska vågform.
- Spektrumanalys av ljudet från stjärtrotorn. Då huvudrotor och stjärtrotor är mekaniskt förbundna med varandra har utifrån varvtalet från stjärtrotorn ett varvtal från huvudrotorn kunnat beräknats.

Huvudrotorvarvtalet var relativt konstant (ca 98 %) fram tills det att högergiren inträffade. Varvtalet sjönk sedan några procentenheter under förloppet i den okontrollerade rotationen i girled. Vid kontakten med träden hade huvudrotorvarvtalet sjunkit till ca 83 %, varefter det fortsatte att sjunka snabbt.

1.16.3 Påverkan av girkontrollen vid ett lägre rotorvarv än 100 %

SHK har undersökt om rotorvarvtalet på 98 % kan ha påverkat händelseförloppet. Eftersom stjärtrotorn har kapacitet att hantera varvtalsförändringar inom det tillåtna driftområdet (97–100 %) bedöms dock inte minskningen av varvtalet ha resulterat i en märkbar skillnad i prestanda.

1.17 Berörda aktörers organisation och ledning

Inte aktuellt.

1.18 Övrigt

1.18.1 Förlust av stjärtrotorns effektivitet – oväntad gir

Förlust av stjärtrotorns effektivitet, oväntad gir, är en känd risk i samband med flygning i låg fart och högt effektuttag. På engelska benämns fenomenet *Unanticipated yaw* eller *Loss of Tail rotor Effectiveness (LTE)*.

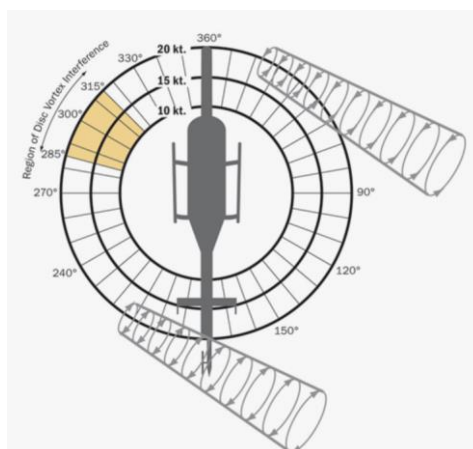
Oväntad gir kan beskrivas som en snabb gir mot huvudrotorns rotationsriktning och som sker utan något styrkommando av piloten. Fenomenet är aerodynamiskt och uppstår inte av något tekniskt fel. Det är i stället ett resultat av att stjärtrotorn inte kan ge tillräcklig dragkraft för att bibehålla kontrollen i girled. Fenomenet uppstår när luftströmmen genom stjärtrotorn blir störd och förekommer enbart vid flygfarter under 30 knop.

En oväntad gir kan, om den inte korrigeras utan dröjsmål, snabbt övergå i en okontrollerad rotation som kan leda till en olycka. Flygtestaddata har visat att stjärtrotorbladen inte är stallade under en oväntad gir. För att undvika en oväntad gir krävs kunskap om de flygförhållanden som kan leda fram till fenomenet.

1.18.2 Flygförhållanden med risk för oväntad gir

För helikoptrar där huvudrotorn roterar moturs (uppifrån sett)⁸ finns risk för oväntad gir vid lågfartsflygning bland annat i samband med relativ vind från följande områden:

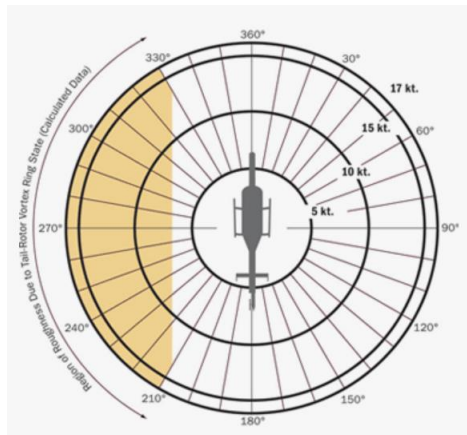
- Med vinden snett framifrån, 285° till 315°, relativt helikoptern kan den nedåtriktade luftströmmen och spetsvirvlarna från huvudrotorn driva mot stjärtrotorn och förorsaka s.k. virvelinterferens (Main Rotor Disc Vortex Interference), vilket minskar stjärtrotorns effektivitet och en oväntad gir kan uppstå (se figur 10).



Figur 10. Område för virvelinterferens. Källa: FAA.

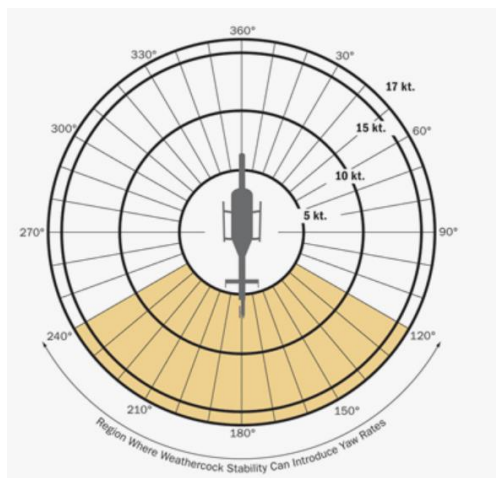
⁸ För helikoptrar där huvudrotorn roterar medurs (uppifrån sett), t.ex. vissa europeiskt tillverkade helikoptrar, blir förhållandena de omvända.

- Med vinden från sidan, 210° till 330°, kan luftflödet genom stjärtrotorn pressas tillbaka och leda till återcirkulation av luften genom rotorn, s.k. virvelring (Tail Rotor Vortex Ring State), vilket minskar stjärtrotorns effektivitet (se figur 11).



Figur 11. Område för virvelring. Källa: FAA.

- Med vinden bakifrån, 120° till 240°, fungerar helikopterns stjärtparti och fena som en vindflöjel som strävar efter att vrida helikoptern mot vinden (Weathercock Stability). En oväntad gir eller ökning av girhastigheten kan då inträffa (se figur 12).



Figur 12. Vindflöjelstabilitet. Källa: FAA.

Även om specifika vindinfallriktningar är identifierade för varje område, bör en pilot vara medveten om att områdena kan variera beroende på de omgivande förhållandena. Områdena överlappar även varandra och de största förlusterna av stjärtrotoreffektivitet kan förekomma i dessa överlappande områden.

Även lyftkraftsförlust kan medföra en oväntad gir. Om flygfarten minskar, så minskar även tillskottslyftkraften⁹ som den ankommande luftströmmen ger upphov till (Loss of translational lift). En effektökning för att kompensera för lyftkraftförlusten kan medföra en oväntad gir.

⁹ Tillskottslyftkraft – en ökad lyftkraft från rotordisken som uppkommer vid horisontell fart.

1.18.3 *Dokument med information om oväntad gir*

Oväntad gir har uppmärksammats av såväl myndigheter som helikoptertillverkare. Det har publicerats information om fenomenet och hur det bör hanteras. Exempelvis har den federala luftfartsmyndigheten i USA (FAA) publicerat information om oväntad gir i *Helicopter Flying Handbook*. Med anledning av ett flertal olyckor där oväntad gir varit en orsak har FAA även publicerat ett rådgivande dokument s.k. *Advisory Circular FAA AC No: 90–95*.

Bell Textron har publicerat *Information Letter 206-84-41, 206L-84-27, Low speed flight characteristics which can result in unanticipated right yaw*.

EASA har identifierat oväntad gir som ett säkerhetsproblem i riskregistret för helikopterflygning i den europeiska planen för flygsäkerhet för 2023 (EPAS). Det beskrivs att problemet relaterar till oförmågan att upptäcka, kontrollera och återta kontrollen från en oväntad gir eller förlust av stjärtrotoreffektiviteten under faser med låg flygfart, vilket leder till förlorad kontroll över helikoptern.

EASA publicerade 2010 ett säkerhetsdokument, SIB 2010-12R1, angående risken med oväntad gir.

1.18.4 *Bestämmelser om utbildning*

I kommissionens förordning (EU) nr 1178/2011¹⁰ finns bestämmelser om den utbildning som krävs för PPL(H).

Kursplanen för den teoretiska utbildningen framgår av AMC1 FCL.210; FCL.215. Under del 5.2 som beskriver flygningens grundprinciper för helikopter, ingår bland annat aerodynamik avseende stjärtrotorer. Det finns ingen direkt beskrivning av fenomenet oväntad gir. De delar som kan anses vara relevanta är punkterna:

- (a) Inducerat luftflöde och stjärtrotorns dragkraft.
- (c) Verkan av stjärtrotorfel och virvelring.

Den praktiska delen av utbildningen beskrivs i AMC2 FCL.210 PPL(H). I kursplanen anges flera övningar där effekten av vindens inverkan ska ingå i flygövningen. I övning 18 ingår bland annat hovring utan markeffekt¹¹ (OGE) och förlust av stjärtrotoreffektivitet.

¹⁰ Kommissionens förordning (EU) nr 1178/2011 av den 3 november 2011 om tekniska krav och administrativa förfaranden avseende flygbesättningar inom den civila luftfarten i enlighet med Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 216/2008.

¹¹ Markeffekt är en lyftkraftsökning som sker när en helikopter flyger nära marken och uppkommer vid en höjd som motsvarar omkring en rotordiameter från marken och därunder. Hovring utan markeffekt kräver mer lyftkraft än vid hovring med markeffekt.

1.18.5 Praktisk utbildning – oväntad gir

I den praktiska flygutbildningen ingår bland annat att eleven ska få lära känna vindens inverkan från olika riktningar vid hovring. Av säkerhetsmässiga skäl genomförs detta moment vid hovring med markeffekt. En praktisk övning där eleven får prova det på högre höjd, utan markeffekt, är förenat med hög olycksrisk och genomförs därför inte.

Fenomenet kan simuleras i vissa flygsimulatorer. Sådana simulatorer finns för större helikoptertyper, men saknas i stort sett för mindre helikoptrar som drabbats av olyckor med oväntad gir.

1.18.6 Pilotens flygutbildning

Pilotens utbildning följde kursplanen under den praktiska delen av flygutbildningen. Där ingick bland annat demonstration av och flygning i förhållanden med vortex (återcirkulation av luften i huvudrotorn) och med urgång från läget på hög höjd. Även vindens inverkan vid hovring i olika riktningar och farter demonstrerades och övades.

Piloten har uppgett att information om risken för oväntad gir inte ingick i teoriutbildningen till privatflygarcertifikatet. Piloten har vidare uppgett att risken för oväntad gir inte heller berördes under typinflygning på den aktuella helikoptertypen.

1.18.7 Liknande olyckor

Flertalet liknande olyckor har utretts av SHK, se RL 2022:02, RL 2005:05, RL 2001:31 och RL 2001:19.

Även utomlands har ett antal liknande olyckor inträffat. Bland annat har TSB Canada publicerat följande rapporter, A13W0070, A16P0069, A20A0027 och A22W0005.

1.19 Särskilda utredningsmetoder

Vinduppgifter har inhämtats från närliggande vindkraftverk (se avsnitt 1.7).

2. ANALYS

2.1 Tekniska undersökningar

Inget tekniskt fel har konstaterats som skulle kunna ha bidragit till händelsen. Skadorna på helikoptern bedöms ha uppstått vid nedslaget.

En analys av bild- och ljudupptagningen visar att huvudrotorvarvtalet var inom tillåtet område (97–100 %) fram till dess att piloten drog ned gasreglaget i syfte att häva den okontrollerade giren.

2.2 Vindförhållandena

Enligt uppgifter från vindmätarna installerade på de närliggande vindkraftverken på Spjutåsberget var vindarna sydliga mellan 169–188° och med medelhastigheten 7,4 m/s vid tiden för olyckan.

Vinden påverkas av friktionskrafter från markytan. Enligt meteorologisk tumregel vrider vinden 30° mot högre gradtal samtidigt som den ökar 50 % i hastighet från marknivån upp till 300 meters höjd.

Från marknivån på olycksplatsen till vindmätarna skiljer det omkring 230 meter i höjd. Om det bortses från lokala fenomen som land- eller sjöbrisförändringar innebar det att vindriktningen på platsen för olyckan var omkring 20° mindre än vad vindmätaren registrerade dvs. någonstans omkring 149–168° och vindhastigheten var runt 5 m/s (10 knop).

Uppgifterna från vindmätarna stöder därmed SMHI:s analys där vinden bedömts vara sydlig till sydostlig med hastigheten 7 till 9 knop vid platsen för olyckan.

2.3 Det första landningsförsöket

Vid landningsförsöket på det odlade fältet kunde piloten inte korrigera kursriktningen som följd av att momentindikeringen (Torque) närmade sig maximalt tillåtet värde. Det höga effektbehovet berodde sannolikt på den relativa vinden verkade från det område där stjärtrotorns kontrollmarginaler och motorparametrarna kan begränsa flygning (se 1.6.4), och att manövern utfördes utan att helikoptern hade stabiliserats i hovring.

Ett omdrag gjordes därför mot en annan plats på en närliggande bostadstomt.

2.4 Den valda landningsplatsen

Piloten hade tidigare landat på bostadstomten vilket kan ha bidragit till beslutet att landa där, trots att landningsplatsen hade begränsad hinderfrihet. Platsen får betraktas som trång i jämförelse med det omgivande fältet.

Den begränsade hinderfriheten gjorde att piloten fick reducera farten för att inleda en brant plané mot den planerade landningsplatsen. Fartreduktionen medförde att helikoptern hamnade i ett hovrande flygläge utan markeffekt. Svårighetsgraden för den planerade landningen får anses som hög för en pilot med begränsad flygerfarenhet.

2.5 Varför förlorades kontrollen?

Under slutet av finalen hovrade helikoptern med högt effektuttag och utan markeffekt. Höjden över marken var ca 30 meter och färdhastigheten ca 5 knop. Utifrån rådande vindhastighet om 7–9 knop har flygfarten beräknats till drygt 10 knop. GPS-data och information från den videofilm som analyserats visar att färdvinkeln och kursen var ca 220° och att den relativa vinden träffade huvudrotorns vänstra sektor.

Helikopterns låga fart, tillsammans med de vindförhållanden som rådde, har sannolikt lett till att stjärtrotorns effektivitet inledningsvis har påverkats av virvelinterferens. Det medförde en oväntad gir åt höger. Helikoptern fick sedan vinden bakifrån vilket förstärkte giren. När giren väl utvecklats till en rotation träffades stjärtrotorn av luftströmmen från sidan, vilket ytterligare minskade dess effektivitet. Pilotens åtgärd att reducera motoreffekten medförde att rotationen upphörde, men också att helikoptern sjönk ned mot marken eftersom rotorvarvtalet minskade.

2.5.1 Pilotens upplevelse av otillräcklig girkontroll

Hovring utan markeffekt förutsätter ett högt effektuttag. Om stjärtrotorns effektivitet störs under sådana förhållanden påverkas girkontrollen. Fulla pedalutslag kan då vara otillräckliga för att motverka det girmoment som uppkommer. Detta är sannolikt anledningen till att piloten upplevde att styrutslagen inte gav någon effekt i detta skede.

2.6 Överlevnadsaspekter

Vid kollisionen träffade helikoptern marken horisontellt. Därmed togs en stor del av nedslagsenergin upp av landställen och kabinens struktur förblev i det närmaste intakt. Detta bidrog till att de ombordvarande klarade sig utan allvarligare skador.

2.7 Kunskapen om oväntad gir bör ökas

Piloten hade bristande kunskap om fenomenet oväntad gir och vilka flygförhållanden som innebar en risk för detta. Därför kunde piloten sannolikt inte identifiera de första tecknen på att helikoptern var på väg in i en oväntad gir och i tid vidta tillräckliga åtgärder för att hindra att förloppet utvecklades.

Information om oväntad gir ingår i begränsad omfattning i den grundläggande helikopterutbildningen för PPL(H). Det finns också med i underlaget för flygutbildningen på helikoptertyper med singelrotor. Trots detta har flera olyckor inträffat där piloterna inte haft tillräcklig kunskap om fenomenet (se avsnitt 1.18.7).

Ökad kunskap hos piloter om oväntad gir och vilka flygförhållanden som leder till detta fenomen bedöms kunna minska risken för liknande olyckor. Åtgärder bör därför vidtas av EASA och Transportstyrelsen för att på lämpligt sätt informera piloter och andra berörda aktörer som exempelvis utbildningsorganisationer.

2.8 Räddningsinsatsen

Enligt uppgifter från vittnen och SOS Alarm började personer vid olycksplatsen ringa 112 omkring kl. 20.15, knappt fem minuter efter nedslaget. De som ringde kom till en telefonsvarare, väntade cirka en halv minut och lade på när svar uteblev. En person som ringde vid kl. 20.31 kom fram efter drygt tre minuters väntan. Svarstiden var alltså längre än medelsvarstiden på 8 sekunder och den längsta väntetiden på 30 sekunder som anges i statens avtal med SOS Alarm.

Det är förstås mycket allvarligt att inte snabbt kunna få kontakt via larmnumret 112 vid ett nödläge. I den aktuella händelsen blev ingen allvarligt skadad men i en livshotande situation kan sekunder vara avgörande. Enligt SOS Alarm hade det under sommaren 2022 tidvis varit problem att hålla de reglerade svarstiderna och vid den aktuella händelsen var det fler vård- och räddningsärenden än normalt. SOS Alarm har dock vidtagit och vidtar flera åtgärder för att minska svarstiderna. Bland annat rekryteras fler operatörer och åtgärder för att förbättra arbetsmiljön genomförs.

Räddningsresursernas åtgärder på platsen genomfördes utan fördröjningar eller andra problem.

SHK avstår därför från att lämna någon rekommendation om förbättringsåtgärder avseende räddningsinsatsen.

3. UTLÅTANDE

3.1 Utredningsresultat

- a) Piloten hade behörighet att utföra flygningen, men hade en begränsad flygerfarenhet.
- b) Helikoptern hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) De tekniska undersökningar som genomförts har inte funnit något tekniskt fel som skulle kunna ha bidragit till händelsen.
- d) Flygningen var den andra av planerade flygningar från platsen där passagerare fick följa med på rundflygning lokalt över Härnösand.
- e) Flygningarna var enligt uppgift samfinansierade där pilot och passagerare delade på kostnaderna.
- f) Flygningarna utgick från en tillfällig start- och landningsplats på ett odlat fält.
- g) Efter ett landningsförsök på det odlade fältet ändrades landningsplatsen till en hustomt som hade begränsad hinderfrihet.
- h) Inflygningen för den tänkta landningen på hustomten hade en hög svårighetsgrad.
- i) Under finalen hade helikoptern låg fart och ingen markeffekt. Effekttuttaget var högt och den relativa vinden var snett framifrån vänster i förhållande till helikoptern.
- j) Helikoptern girade oväntat åt höger.
- k) Helikoptern hamnade i en okontrollerad rotation i girled.
- l) Piloten drog av gasen för att stoppa rotationen och helikoptern sjönk ner mot marken.
- m) Helikoptern kolliderade med träd och slog ned hårt i marken.
- n) Inga personskador uppstod.
- o) Fördröjning uppstod vid larmningen till SOS Alarm på grund av långa svarstider.

3.2 Orsaker till olyckan

Inför landningen flögs helikoptern med låg fart, högt effekttuttag, utan markeffekt och med den relativa vinden från vänster sida. Detta bidrog till att stjärtrotorns effektivitet minskade vilket resulterade i en oväntad högergir som övergick i en okontrollerad rotation.

Bidragande faktorer har varit att:

- Piloten hade otillräcklig kunskap om risken för oväntad gir.
- Den valda landningsplatsen hade begränsad hinderfrihet och en hög svårighetsgrad.

4. SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

Transportstyrelsen rekommenderas att:

- på lämpligt sätt informera berörda aktörer om riskerna för oväntad gir. (SHK 2023:10 R1)

EASA rekommenderas att:

- på lämpligt sätt informera berörda aktörer om riskerna för oväntad gir. (SHK 2023:10 R2)

SHK emotser besked **senast den 27 november 2023** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de säkerhetsrekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar

Kristina Börjevik Kovaniemi

Ola Olsson