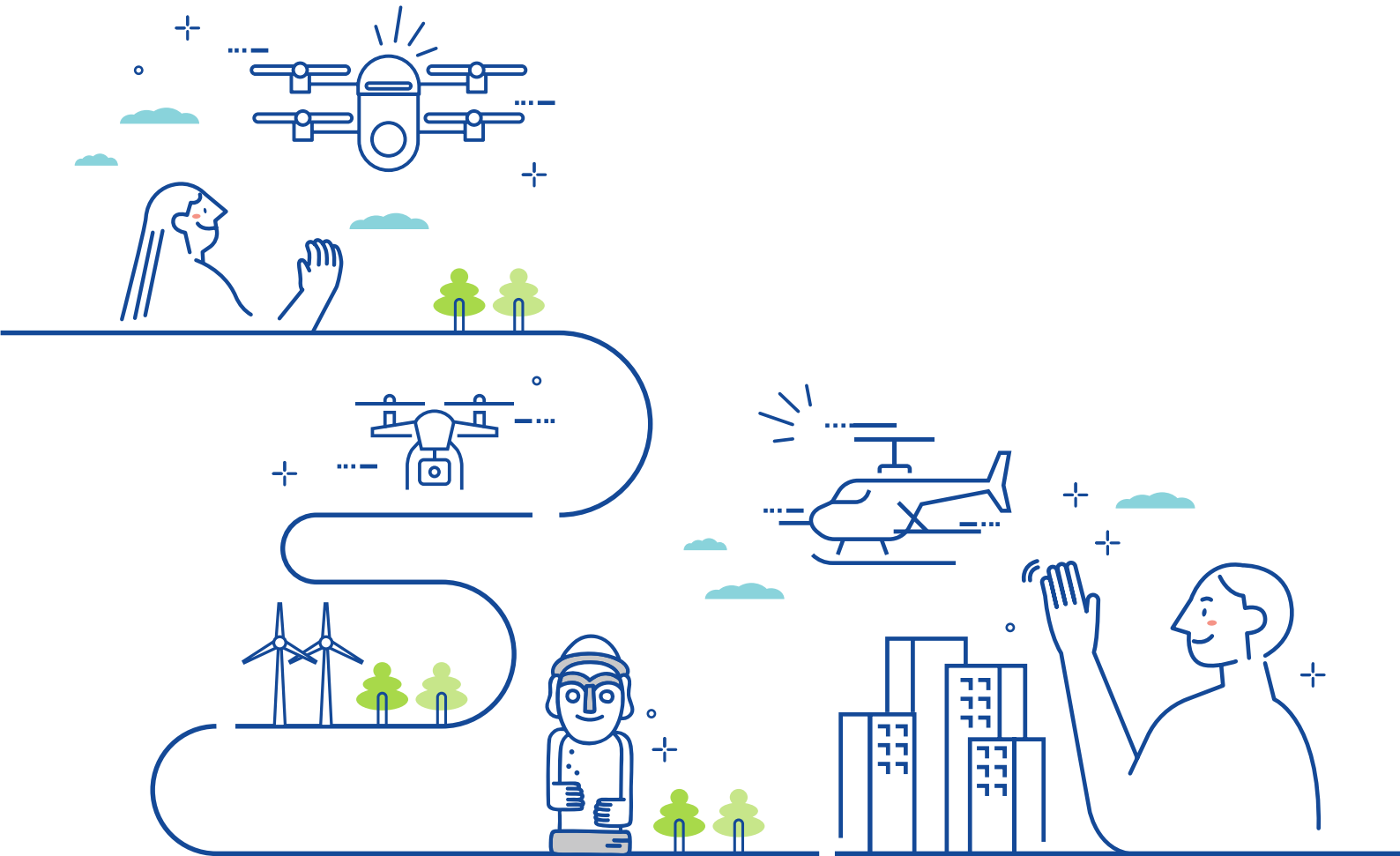


Jeju Air X Eve Air Mobility

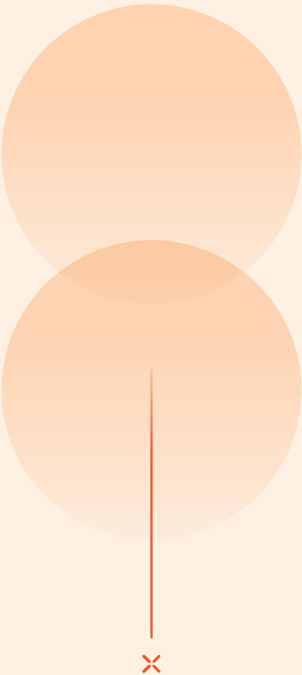
제주도 운용개념서 1.0



JEJUair

EVE

발간사



산업혁명 이후 급속하게 발전한 과학 기술의 한 축으로 인류의 이동권을 보장하는 모빌리티 체계가 갖추어 졌고, 그 중 항공산업은 가장 빠르고 효율적인 이동 수단으로 자리매김하였습니다. 그러나 고속의 대형 항공기 운항을 위해서는 긴 활주로 등의 제한적 인프라가 필요하고 화석연료 사용으로 인한 탄소배출, 그리고 소음으로 인해 운영에 많은 제약이 있는 것이 현실입니다. 전기 동력을 사용한 수직이착륙 UAM이 소개되며 각종 제약을 극복한 새로운 방식의 항공 모빌리티 생태계가 가까운 시일 내에 조성될 것이라는 기대가 큼니다.

전 세계 많은 국가와 기관, 기업들이 새로운 항공 모빌리티 생태계인 UAM 운영 체계 마련을 위하여 활발한 연구개발 활동을 펼치고 있습니다. 이러한 시대적 흐름에 맞춰 한국 정부도 “정부 주도 민간 참여 확대”라는 슬로건 하에 UAM 상용화를 위한 제도적 환경적 기틀 마련에 앞장서고 있습니다. 정부 정책 기조에 맞춰 국내 주요 지방자치단체에서도 미래의 주요 이동수단인 UAM 기반의 도심 항공교통을 육성 사업으로 지정하고 지역 환경에 맞는 사업 추진을 빠르게 본격화 하고 있습니다.

그 중 제주도는 아름다운 자연환경과 수많은 관광자원을 가진 축복의 섬으로서 빠른 이동과 환경보호가 가능한 UAM 생태계의 구축이 반드시 필요한 지역이며, 국내외 여러 지역에서 UAM 사업을 추진하고자 하는 제주항공은 제주도에 근간을 둔 항공사로서 그 역할을 맡아야 한다는 소명을 가지고 있습니다. 그에 따라, 제주항공이 진행하고 있는 여러 지역의 UAM 운항 연구 중 제주도를 가장 우선적으로 선정하였으며 그 결과를 운용개념서로 발간하게 되었습니다.

항공산업 특성을 가진 UAM 운항을 위해서는 안전과 경제성을 고려한 운항 환경과 입지 선정이 무엇보다 중요하며, 국내 넘버원 LCC 제주항공이 항공여행의 대중화를 선도했던 것처럼 UAM 생태계의 새로운 가치를 만들어 나가며 TOTAL AIR MOBILITY SERVICE를 완성하겠습니다. 제주항공이 선보일 지속 가능한 운항 서비스 제공은 미래 이동수단인 UAM에 대한 인식과 저변 확대로 사회적 수용성이 확보될 것입니다.

또한, 제주항공은 국내외 기체 제작사와 협업을 통해 새로운 기술을 어떻게 적용할지 연구를 진행하고 있습니다. 대표적으로 미국, 브라질, 독일, 일본 및 국내외 글로벌 기체 개발사와 협업하고 있으며, 한국 UAM 생태계에 가장 알맞은 기체를 선보이기 위하여 노력하고 있습니다. 금번 제주도 UAM 운용개념서는 항공기 제작사 겸 UAM 솔루션 개발업체인 EVE AIR MOBILITY와 JOINT WORKING GROUP을 구성하여 진행한 UAM 운항 환경 연구 활동의 결과물입니다.

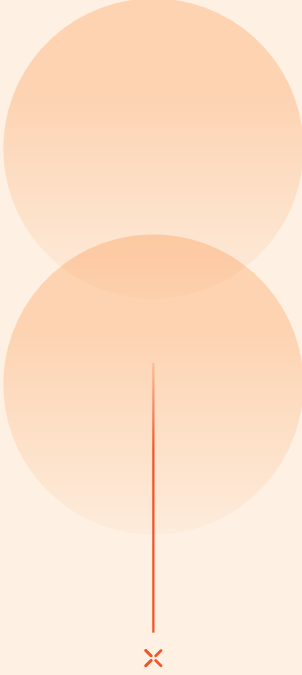
금번 운용개념서에는 제주항공의 새로운 도전인 UAM의 안전/경제성 확보를 위한 사업모델 및 운항 절차 등이 제주도를 중심으로 소개되었습니다. 미래 신사업인 만큼 UAM 상용화를 위해서는 앞으로도 적지 않은 시행착오가 예상됩니다. 하지만 UAM을 통해 “항공에 새로운 가치를 더하다”라는 비전을 가지고 다가올 미래 이동수단의 변화에 과감히 도전하며, 제주도 항공교통산업발전에 기여하고 지역 균형 성장과 고용 창출을 위해 제주항공이 함께 노력 하겠습니다.

감사합니다.

2023. 11. 17.

(주)제주항공 대표이사 **김이백**

Forward - Eve Air Mobility



The Government of Korea has demonstrated clear ambition and commitment to advance UAM development nationally. Together with leading national and private organisations, significant progress has been achieved in making the vision of K-UAM a reality. This desire to introduce sustainable, zero emissions air travel extends nationwide, especially in Jeju Island. Being Korea's foremost tourism destination, there is no shortage of bold ideas and suggestions on how UAM will emerge over the skies of Jeju. A clear question at this point would be: "What are the next steps, and how do we start?"

To address this query, Eve Air Mobility is proud to partner leading low-cost carrier Jejuair, in taking a deep look at the technical and commercial business case for operations in Jeju. Our team provides world leading expertise from Embraer S.A.'s more than 54+ year history of aerospace excellence, and insights from the largest, most diversified UAM customer backlog currently standing at 2,850 eVTOL orders.

While eVTOL designs and infrastructure regulations are in various stages of development, our entry-into-service preparation will require contributions from commercial, technical and operational leaders that will drive key decision making. These inputs, together with the unique insights from our partners at Jejuair, Eve will provide a strong business case that should benefit a growing population of passengers that aspires to increase accessibility of this service for all. We share a common goal to accelerate the safe development of eVTOLs in Korea, and look forward to a long and collaborative partnership with jejuair.

David Rottblatt

Vice President Sales,
Marketing and Government Affairs

1 문서의 배경

제주항공은 항공 경영 노하우 및 운항 경험을 토대로 총 5개 영역의 업무 절차 (운항/운항통제/정비/운송/안전보안)인 UAM STANDARD OPERATION MANUAL (이하 "USOM")을 2022년에 제정하였다. USOM은 항공운항체계에서 운영 중인 업무 절차에 UAM 개념과 특성을 반영한 일종의 운영 지침서이다.

현재 UAM 안전운항체계 기틀 마련과 동시에 UAM 상용화 연구 활동을 펼치는 과정에서 이번 제주도 운영개념서 1.0은 UAM에 대한 대중 인식 및 저변 확대를 목적으로 UAM 상용화 초기 예상 운용 방식, 운항 환경(입지), 사업 모델 및 USOM 운항 지침서 등을 고려하여 작성하였다.

2 문서의 목적

제주항공과 Eve Air Mobility는 항공분야 전문성을 토대로 제주도 UAM 생태계 조성에 기여하고자 공동연구 결과를 백서 형태로 제시하였다. 또한, 본 문서를 통해 UAM 운용에 대한 이해를 높여 차세대 교통 수단으로 대중 인식을 증진하고 사회적 수용성 기틀 마련에 기여하고자 한다.

3 문서의 대상

본 문서는 도심항공교통체계를 준비 중인 모든 이해관계자를 대상으로 작성하였으며, 잠재고객이자 미래교통산업을 주도할 대중의 관심도를 높이기 위해 작성하였다.

4 제주도 선정 사유

차세대 교통체계인 UAM은 언제, 어디에서나 운용이 가능하기에, 국내 주요 지자체에서도 UAM을 가까운 미래 친환경 교통 수단으로 확립하기 위해 박차를 가하고 있다. 다만, UAM 생태계 정착을 위해서는 “어떻게” 라는 질문에 대한 연구가 무엇보다 중요하다. 제주항공과 Eve Air Mobility는 국내 운항 환경과 UAM 기술 수준을 고려하여 UAM 안전성 및 인프라 개발 전제로 경제적 운항이 가능한 국내 주요 지역을 검토하였고, 국내선 항공 운송량이 가장 높고 국내 제1의 관광지인 제주도를 첫번째 연구지역으로 선정하였다.

5 문서의 범위

본 문서는 한국형 도심항공교통(K-UAM) 기술로드맵과 운용개념서 1.0에서 제시한 UAM 조종사가 탑승하여 시계 비행 (VFR)을 하는 UAM 상용화 초기단계를 기준으로 작성하였다. 특히 도심항공교통사업자 (운항자)와 기체 제작사 관점에서 초기 UAM 운영 형태를 제시 하였으며, 본 문서에서 제시한 내용은 기술성숙도와 도심항공교통 법안 내용에 따라 운용 개념은 변경될 수 있다.

6 설문조사 및 현장답사

제주항공과 Eve Air Mobility는 UAM 관련 고객 인식과 상용화 초기 서비스 모델 발굴을 위해 2주간 제주항공 공식 홈페이지를 통해 설문조사를 진행하였다. 설문조사는 항공 여행에 익숙한 제주항공 회원을 대상으로 진행하였으며, 총 6,440명의 응답자가 참여하였다.

또한, 설문조사 결과를 토대로 UAM 서비스 및 노선 검증을 목적으로 제주도 주요 지역에 대한 현장답사를 실시하였고, UAM 사업 타당성 분석 작업을 진행하였다.

약어

AGL: Above Ground Level

AIP: Aeronautical Information Publication

ATM: Air Traffic Management

CATA: Civil Aircraft Training Area

CFI: Carbon Free Island

CNSI: Communications, Navigation, Surveillance and Information

eVTOL: Electric Vertical Take Off & Landing

FATO: Final Approach and Take Off

IFR: Instrument Flight Rules

K-UAM GC: Korea UAM Grand Challenge

MCS: Megawatt Charging System

METAR: Meteorological Aerodrome Report

MOA: Military Operations Area

MOLIT: Korea, Ministry of Land, Infrastructure and Transport

NOTAM: Notice to Airmen

OFV: Obstacle Free Volume

PIC: Pilot in Command

TAF: Terminal Aerodrome Forecasts

UAM: Urban Air Mobility

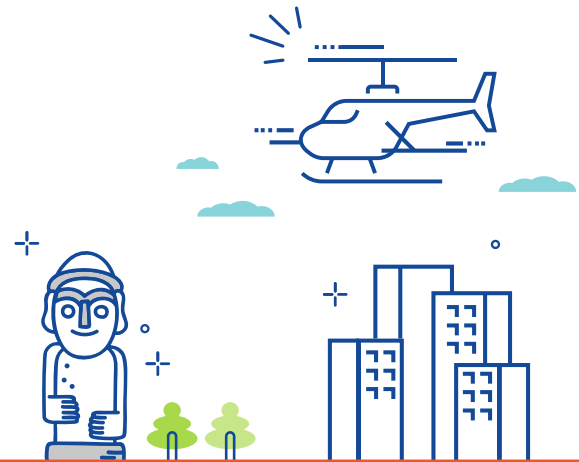
UATM: Urban Air Traffic Management

UATMSP: Urban Air Traffic Management Services Provider

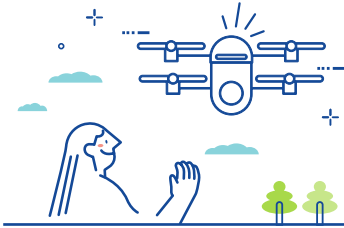
UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural
Organisation

VFR: Visual Flight Rules

CONTENTS



UAM 개요	1
제주도 UAM 운영 모델	3
제주도 UAM 운영 환경	5
제주도 공역	8
제주도 UAM 시장 및 노선 분석	12
제주도 지역사회의 이점	14
UAM 승객의 여정	17
UAM 항공기의 여정	20
UAM 운항 통제	25
운영 제한사항 및 제안	28
발굴 및 제안사항	31
Working Group 소개	34



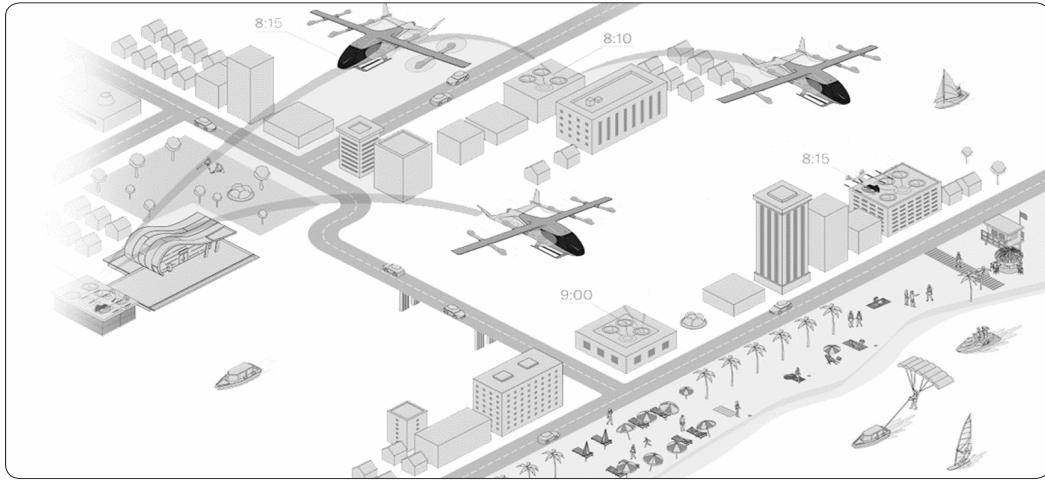
UAM 개요

전세계적으로 급격한 도시화에 따른 환경 문제와 경제적 손실 해소 방안으로, 급부상 중인 4차 산업 기술이 모빌리티 산업에 접목되며 도심항공모빌리티 (이하 UAM)가 주목받고 있다. UAM은 4차 산업 기술이 집약된 차세대 운송수단으로써 '수직이착륙', '저소음', '친환경' 특징을 가진 도심항공교통체계로 신속한 이동 서비스 제공이 가능하다.

현재 전 세계적으로 지역 별 환경이 고려된 UAM 운용 체계에 대한 국가 및 기업 차원에서 활발한 연구가 진행 중이며, 한국 정부도 국내 도심항공교통 상용화를 위해 마련된 K-UAM 로드맵 (2020.06)의 목표 실현을 위한 민관협약체인 UAM Team Korea (UTK)를 조직하였다. 그 결과 선진화된 'K-UAM 운용개념서 1.0'와 'K-UAM 기술로드맵'을 발간하고, 24~25년 'K-UAM Grand Challenge' 실증 사업 및 도심항공교통법 제정 사업을 추진하며 UAM 시대를 준비하고 있다.

UAM 기체 개발, 인증 현황 및 인프라 구축 계획 등을 고려했을 때, UAM 초기 사업 모델은 관광 혹은 공공 목적 형태로 운항 가능성이 높고 점차 고객 요구에 맞춰 지역 이동 및 공항 연계 서비스로 확장이 예상된다.

UAM 운항은 수직이착륙 기체가 버티포트에서 운항 준비, 지상 이동 및 이착륙 절차로 진행되며, 저고도 300~600m 상공을 시계(VFR) 비행하며 음성 통신을 기반으로 운항된다. 특히, UAM 항공기는 1인 조종사 (Single Pilot) 형태로 단일 충전으로 100km까지 1~5명 정도 승객 운송이 가능한 만큼 UAM 안전 신뢰성 확보를 위해 고도화된 자동 조종 시스템(Autopilot)과 전기 신호식 전자제어 (Fly by wire)이 탑재되어 1인 조종사 운영 체계의 문제점 및 비정상 운항 발생 시 대응 가능한 지상(원격) 조종 시스템이 동시에 운영될 것으로 예상된다.



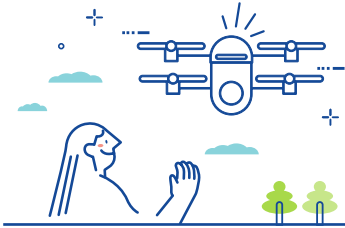
Network of vertiports. Source: Eve Air Mobility

이런 관점에서 제주도는 UAM운영에 가장 적합한 환경 및 입지를 갖춘 지역 중 하나로서 UAM 생태계 조성을 위한 다각적 연구가 필요하며, 국내 가장 많은 항공편이 운항되는 지역인 만큼 상업 항공 수준의 항공 안전운항체계 및 경영 노하우를 보유 중인 기업 참여가 요구된다.



Transiting over Marado. Source: Eve Air Mobility

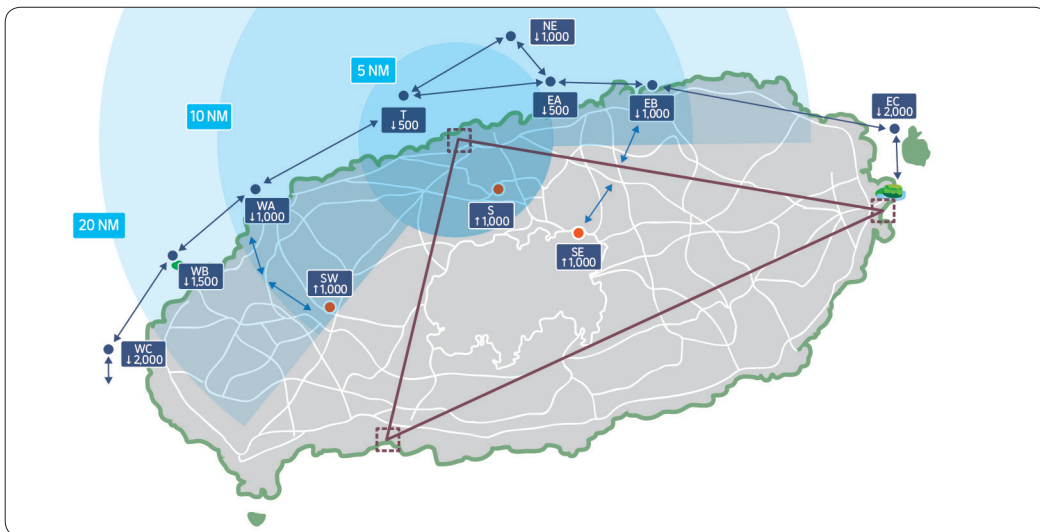
본 문서를 통해 제시한 운용 개념은 K-UAM 로드맵을 참고하였으며, 기술성숙도와 도심항공 교통법 내용에 따라 변경될 수 있다.



제주도 UAM 운영 모델

제주항공과 Eve Air Mobility (이하 Working Group)는 제주도를 배경으로 UAM 서비스에 대한 여행객과 대중의 의견을 조사하기 위해 설문조사를 진행하였다. 설문조사를 통해 발굴한 사항의 일부는 공개 가능한 범위에서 본 문서에 첨부 하였으며, 추가로 제주도의 2040년 제주특별자치도 도시기본계획(안)을 참고하여 적합한 버티포트 입지와 운영 노선을 검토 하였다. 아래는 연구 결과를 기반으로 구성한 UAM 운영을 위한 단계적인 접근 방식이다.

- 1단계 성산, 마라도/우도 지역의 주요 관광지에서의 관광 비행
- 2단계 주요관광지, 크루즈 터미널 및 지역의 주요 중심지를 연결하는 내륙 이동
- 3단계 제주 국제공항에서 주요 관광지와 지역 중심지를 연결하는 공항 셔틀



UAM Business Routes. Source: Jeju Air

1단계의 관광서비스는 성산, 마라도, 우도 등 주요 관광지를 기점으로 자연의 아름다움을 상공에서 감상하는 고급화된 레저 활동과 지속 가능한 친환경 관광서비스이다. Working Group이 진행한 설문조사에서 응답자들은 다양한 UAM 서비스 유형 중 UAM 관광서비스에 대한 사용 의향이 가장 높다고 답변했다. UAM관광 서비스는 서비스 형태가 단순하여 구현하기 쉽고 적은 인프라를 활용하여 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 이 단계에서는 상대적으로 짧은 거리를 운항하며 UAM 서비스의 안정성을 보여주며 흥미 요소를 가미한 관광 서비스를 통하여 대중 수용성을 높일 것이다.

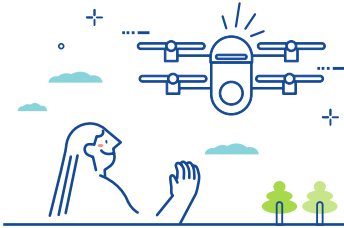


Transiting by Mount Hallasan. Source: Eve Air Mobility

2단계의 내륙 이동 서비스는 1단계 관광 기점(성산, 마라도, 우도 등) 및 제주도의 주요 중심지를 연결하며 고객에게 빠르고 편한 이동을 제공하고 더욱 다양한 관광 서비스를 제공할 것이다. UAM의 내륙 이동 서비스는 도심 위 회랑 설정, 주요 중심지의 버티포트 구축 및 더 많은 교통량을 수용할 수 있는 UAM 교통관리체계 및 운항 절차 등 기술과 인프라의 발전이 필요할 것이다. 이 단계에서 운영 경험과 결과는 3단계 공항셔틀 서비스에 필요한 교통량이 많은 지역에서의 이착륙 절차, 항공기간 분리, 그리고 항공교통관리체계를 통합하는 등 다양한 과제를 다루는데 도움이 될 것이다.

3단계 공항셔틀 서비스는 제주국제공항과 관광 기점(성산, 마라도, 우도 등) 및 제주 주요 중심지(중문 등)를 연결하여 새로운 항공 여행 시대를 여는 발판이 될 것이다. 공항셔틀은 버티포트와 공항과의 유기적인 연결로 승객은 전용 체크인 카운터를 통해 추가 보안검색 없이 연계된 항공 모빌리티로 신속하게 최종목적지까지 이동이 가능할 것이다. 3단계는 동시 이착륙의 일상화와 복잡한 환경(ex 주요공항 및 건물옥상)에서 비행을 가능하게 하는 고도화된 인프라와 시스템 발전 그리고 이해관계자들의 높은 수준의 정보교환을 필요로 할 것으로 예상된다.

기술발전과 사회적 수용성을 고려하여 단계적으로 과제를 해결한다면 제주도에서 성공적인 UAM 운영이 가능할 것으로 예상된다. UAM은 지상 교통체증에 대안을 제시하고, 방문객의 관광에 가치를 더하며, 제주도 주민의 삶 개선에 도움을 줄 것으로 본다. 꿈을 현실로 만들기 위해서는 주요 과제와 모든 이해관계자의 노력이 필요할 것이다.



제주도 UAM 운영 환경

제주도는 대한민국 남쪽에 위치한 섬으로 온난한 기후와 이국적인 환경으로 연중 국내외 많은 방문객이 찾는 대한민국의 대표적인 관광지 중 하나이다. 화산활동으로 만들어진 제주도는 이국적인 환경과 아름다운 자연경관으로 세계유일의 유네스코 3관왕 UNESCO 자연유산('07)·세계 지질공원('10)·생물권보전지역('02)에 등재 되어 있으며 약 1,847km²의 면적과 70만 명(2022)이상의 거주 인구를 가지고 있다. (Jeju Special Self-Governing Province, n.d.) 매년 1200만명 이상의 관광객이 제주국제공항과 제주 국제 여객선 터미널을 통해 제주도를 방문하고 있고(Jeju Special Self-Governing Province, 2023), 설문조사 결과에 따르면 응답자 중 91.8%가 최근 3년간 제주도를 최대 1회 이상 방문한 경험이 있다.

제주도는 녹색 산업의 중심이자 탄소없는 섬을 만들기 위해 2012년 Carbon Free Island 2030 정책(CFI 2030)을 발표한 이후 전기충전 인프라 등 교통인프라를 지속적으로 구축해 왔으며, 고층건물과 주거지역이 밀집되어 있지 않아 UAM을 운영하기에 용이한 운영환경을 가지고 있다. 또한 제주 특별자치도만의 특성인 자치입법은 제도적 개정을 용이하게 하여 보다 용이하게 UAM 생태계 확립이 가능하다.



Jeju Island. Source: Jeju Air

UAM 상용화에 영향을 주는 주요 운항 환경

상용화 시점의 UAM 운영은 외부환경의 영향을 많이 받을 것으로 예상된다. 특히 기상은 UAM 항공기 성능에 영향을 주며 운항 가능 여부를 결정하는 중요한 고려 요소 중 하나이다. 기상 조건에 따라 운항 항로와 고도 조정이 필요할 수 있으며 기상이 악화되는 경우, 결항 또는 대체착륙장으로 항로 변경이 필요할 수 있다. 특히 초기 상용화 단계의 UAM은 시계 비행(VFR)으로 운항하기에 시정과 운고 그리고 급격한 기상 변화는 운항 결정에 있어 필수적인 검토 요소일 것이다.

공역과 항로는 기존 항공기와 UAM의 운항 구역을 분리하고 UAM의 안전운항을 보장하는 핵심 요소이다. 제주공항은 국내에서 가장 교통량이 많은 공항 중 하나로 인근의 관제권, 비행금지구역, 비행제한구역 및 훈련공역 등 UAM 운항에 영향을 줄 수 있는 공역에 대한 검토가 필수적이다. 또한, 인구 밀집지역, 건축물 및 높은 산악 지형에 따른 운항 위험요인을 고려하여 효율적이면서도 안전한 항로를 설계하는 것이 매우 중요하다.

초기 상용화 단계에 영향을 주는 운항환경

	시정	운고	풍속	기온	기상현상 (눈,비)	일출몰 시간
영향	시계 비행 제한	시계 비행 제한	기체 운영 제한	기체 성능 영향	기체 운영 제한	기체 운영 제한
운항 기준	VIS 5,000m 미만	CIG 1,500ft 미만	기체 설계에 따름	기체 설계에 따름	기체 설계에 따름	Daytime Only

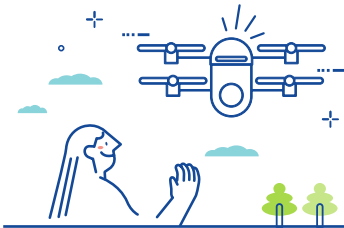
제주도 기상은 초기 UAM 상용화 단계에 영향을 줄 수 있는 운항 환경을 기준으로 분석 하였으며, 기상 데이터의 정확성과 편의성을 위해 항공기상청에서 발표한 제주공항 5개년(2017~2021) 평균 기상을 기반으로 작성하였다. 해당 데이터에 따르면 제주도의 연 평균 기온은 16도로 따뜻한 편이며, 풍속은 8kt 정도로 관측된다. 또한 VFR 운영 기준이 되는 연 평균 시정 5000m 미만 발생 일수는 46일, 운량 5/8 이상 되는 최저 운고 고도(1500ft 미만)의 발생 일수는 23.2일 이었다. 제주도의 연 평균 강수량은 580mm로 주로 온대성에 의한 것이며, 특히 차갑고 습한 오호츠크해 기단과 덥고 습한 북태평양 기단이 힘겨루기를 하며 정체전선을 이루는 장마시즌에 강수가 집중되는 특성이 있다. 사시사철 온화한 기후와 비교적 안정된 기상은 UAM을 운항하기에 적합한 기상으로 예상된다.

제주공항 5개년 평균 기상 DATA (2017 ~ 2021)												
	JAN	FEB	MAR	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
시정 <5000m(일)	10.6	8.4	10.6	8.6	14	15.2	11	7.6	10.2	3.4	4.6	5.4
운량 5/8 이상 최저운저고도 <1500ft (일)	0.2	0.6	1.8	1.8	6	6	2.6	0.2	2.6	1	0.4	-
기온(° C)	6.3	7.2	10.4	14	18.2	21.5	26	27.6	23.2	18.5	13.3	8.1
풍속(KT)	8.5	8.7	8.2	8	7.5	6.9	8	8	8.9	7.8	7.3	8.3
강수량(mm)	314.8	209.3	346	327	313.5	722	884	1031.5	1709	816.5	161	221

Airport Climate Data Source: (Aviation Meteorological Office, 2022)

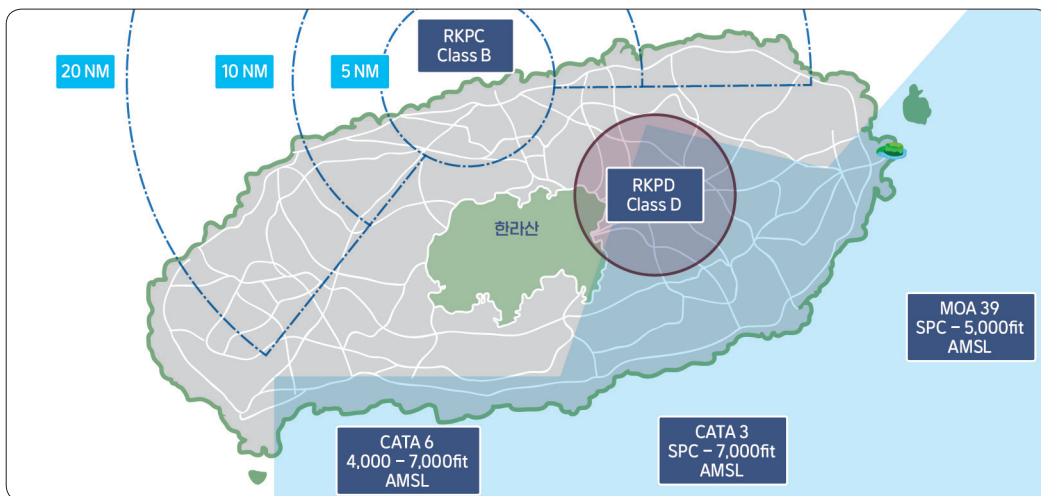
제주도 지형적 특징

제주도는 독특한 지형적 특성을 가진 섬으로, 해발 약 2,000m인 한라산이 섬의 중앙에 위치하고 있는 특징을 가지고 있다. 이로 인해 지역별 기후 차가 큰 경우가 많으며, 특히 풍상층과 풍하층의 날씨가 상반되는 경우가 있어 기온과 강수량에 많은 차이가 나타난다. 또한 여름철의 지형적 특성에 의한 남풍이 부는 경우, 한라산의 높은 산봉우리가 바람길을 가로막아 한라산을 중심으로 양 방향으로 갈라지며 풍향시어와 풍속시어가 동시에 발생할 가능성이 있으므로 (Aviation Meteorological Office, 2021) 항로설계시 특히 주의가 필요하다



제주도 공역

제주도의 공역은 관제공역(Controlled Airspace)인 Class B와 Class D, 그리고 비관제공역인 (Uncontrolled Airspace) Class G로 구성되어 있다. 제주공항(RKPC) 공역은 Y711/Y722 항로를 포함한 항공 교통량이 많은 공역으로 인천공항 및 김포공항과 함께 Class B로 운영되고 있으며 항공기 훈련이 활발하게 이루어지는 정석비행장(RKPD)은 Class D로 운영되며, 그 외 공역은 Class G로 분류된다. 또한 제주도에는 민간 훈련공역인 CATA 3,6 (Civil Aircraft Training Area)와 군작전구역인 MOA(Military Operation Area)가 존재한다. 아래는 AIP를 참고하여 제주도 공역을 도식화 하였다.



Jeju Island Airspace .image source: (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, n.d.)

AIP에 따르면 제주공항을 중심으로 5NM마일 이내의 공역은 지상에서부터 10,000ft까지, 5NM에서 10NM은 1,000ft 에서부터 10,000ft까지, 그리고 10NM 에서부터 20NM은 2,000ft에서 10,000ft까지 관제공역에 할당된다. 제주공항의 공역은 B등급의 공역으로 모든 항공기에(IFR/VFR)에 항공교통관제업무가 제공되며 공역 진입 전 항공교통관제사와 양방향 무선통신과 허가를 필수로 득 해야한다

반면 정석비행장인 Class D의 경우, 공항을 중심으로 반경 5NM, 고도 3,000ft AGL까지 공역이 설정되어 있으며 VFR 비행을 하는 항공기에는 항공교통관제업무가 제공되지 않으나 항공기 충돌 방지를 위해 교통정보(Traffic Alert)를 제공한다. 또한 Class B인 동일한 공역 진입 전 항공교통관제사와 양방향 무선통신과 허가를 필수로 받아야 한다.

그 외의 지역은 비관제공역으로 고도 1,000피트 AGL미만으로 운영되며 해당 공역에서는 비행정보업무만 제공되지만 추가적인 고려사항이 존재한다. 도심지역이나 밀집 지역에서 운항할 경우 장애물을 고려하여 일정 고도보다 높게 운항하여야 한다. 항공안전법 시행규칙 199조에 의거하면 밀집지역일 경우 항공기를 중심으로 수평거리 600m 범위 안의 지역에서 가장 높은 장애물의 상단에서 300m (1,000ft)의 고도로 비행을 해야하며, 밀집지역이 아닌 곳의 경우, 지표면/수면 또는 물건의 상단에서 150m(500ft) 고도로 운항을 해야한다.

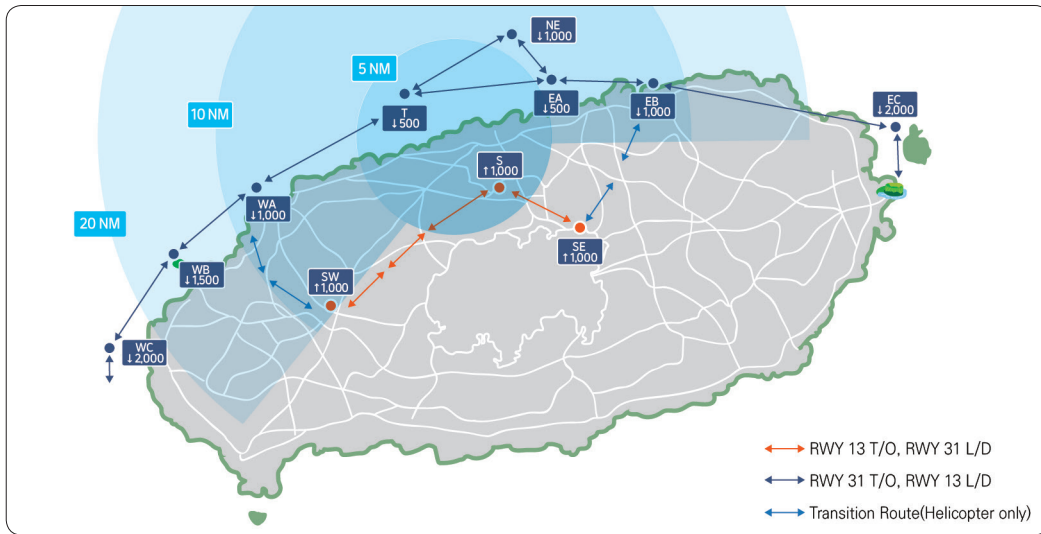
- **밀집지역** 항공기를 중심으로 수평 거리 600m 범위 안의 지역에서 가장 높은 장애물의 상단에서 300m (1,000ft)의 고도로 비행
- **밀집지역이 아닌 지역** 지표면/수면 또는 물건의 상단에서 150m (500ft) 고도로 비행

항공안전법 시행규칙 제199조(최저비행고도)(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2023)

초기 UAM 상용화 단계에서는 VFR 운영을 하며 300-600m (1,000-2,000ft)의 고도를 비행할 것으로 예상된다. 그러나 복잡한 제주도의 Class B 공역과 같이, 관제공역 내 UAM 운영을 안전하고 효율적으로 운영하기 위해서는 기존 항공교통수단 (항공기, 헬리콥터 등)을 포함한 공역의 통합이 이루어져야 한다.

초기 상용화 단계에서는 제주 공역 내 확립된 회전익 VFR 비행 절차를 참고하여 비행 항로를 구성하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 이미 정립된 절차를 활용하여, 안전한 비행 항로를 설정하고 기존 항공교통수단과 분리를 보장하는 방안으로 새로운 교통체계가 공존하며 저고도 공역에서 효율적이고 안전한 운영을 할 수 있을 것이다.

아래는 AIP AD 2.22 RKPC 비행 절차 부분에 수록 되어있는 회전익의 시계비행절차를 참고하여 정립되어있는 시계비행보고지점(VFR Reporting Points)과 입출항 경로 및 고도 (Inbound/outbound routes and altitude)를 도식화 한 그림이다.



* S/SE/SW = Helicopter use only in case of special mission, medical service, ACFT performance, weather condition(tailwind etc.).

VFR Flights within JEJU TMA, Source: Ministry of land and infrastructure

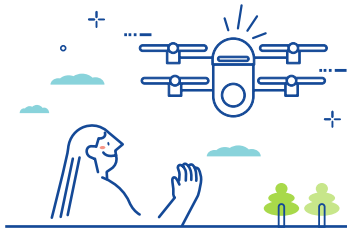
VFR reporting point(파랑/빨간점)는 사전에 정해진 시각 비행규칙(VFR) 구역 내에서 항공교통 관제사에서 보고를 해야하는 지점이다. 제주공역(공항)에서의 회전익 항공기 VFR 운영 절차는 일반적으로 RWY 31(북쪽방면)으로 이륙을 하고 동쪽 또는 서쪽에 위치한 VFR 보고 지점(파랑점)으로 점차 고도를 상승하며 목적지로 향하게 된다. 그러나 RWY 13(남쪽방면) 이륙은 일반적으로 사용을 금지하며 특수한 경우 사용이 가능하다. 1. 특수임무비행, 2. 응급의료 또는 3. 항공기 성능, 기상제한치(배풍)으로 인한 특수한 경우 항공교통관제사를 승인을 필요로 한다. 남쪽으로 이륙 할 경우 1,000 피트까지 상승 하고, 동쪽 또는 서쪽에 위치한 보고지점(빨간 점)을 향해 이동한다.

General Information	Maintain two-way communication Receive permission to enter Class B airspace except 1) When landing and departing via VFR Reporting Points 2) To transit through Jeju Control Zone
VFR Wx Minima	Visibility : Not less than 5km (3sm) Ceiling : At or above 450m (1500ft)
RWY 13 Take off	1) Climb at or above 1,000ft until leaving airport boundary 2) Direct to "S" and then proceed to direction of destination via VFR reporting points *Permission required
RWY 31 Landing	1) Shall contact Jeju TWR prior entering "SE" "SW" 2) Obtain permission to land at the timing of entering "S" 3) Maintain at or above 1,000ft until entering airport boundary 4) Land at the aiming point marking of the RWY 31

제주국제공항 주변에 설정된 회전익 VFR 운항 절차는 고도 300-600m (1000ft-2000ft)를 비행하는 UAM 항공기의 운영을 수용할 수 있을 것이다. 그러나 효율성과 안정성을 고려한다면 특수목적의 비행과 같이 버티포트에서 남쪽으로 이륙 후 보고지점으로 향하는 절차가 실행 가능성이 보다 높다고 예상되며, 이는 추가적인 절차 없이 운항이 가능하도록 제도 개선이 필요할 것으로 예상된다.

제주공역 Class B 외의 다른 공역에서는 사전에 정립되어 있는 VFR 운항 절차가 없다. 그러나 민간인 훈련 구역인 (CATA)와 군 작전 구역(MOA)을 비행하려면 공역 사용 신고서를 작성하고 허가를 받거나, 해당 공역을 우회하도록 비행계획을 수립해야 한다.

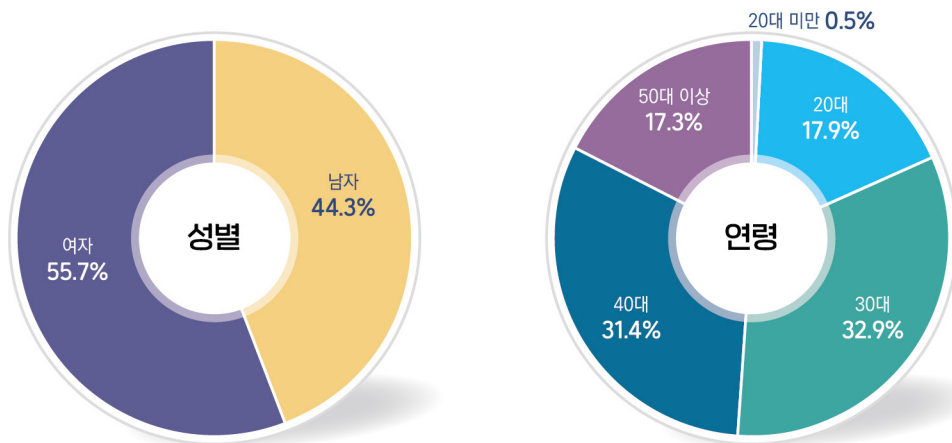
이에 초기 운항에는 UAM 항공기의 비행 항로가 비효율적이더라도 고도와 입출항 절차가 제도적으로 구축되어 있는 현재의 회전익 항공기 VFR 운항 절차를 따르고, 공중에서 확인 가능한 시각 참조점 (Reference Point)을 중심으로 비행계획을 수립하여, UAM 항공기가 기존 항공교통체계 내에서 안전하게 공존하며 운항을 할 수 있도록 비행 항로를 구성하는 것이 필요하다고 예상된다.



제주도 UAM 시장 및 노선 분석

Working Group은 초기 시장에서 UAM 서비스 이용 가능성이 높은 고객 특성을 파악하기 위하여 다양한 시장 요소들을 검토하였다. 그 결과, Working Group은 여행에 있어 시간과 편의성을 중시하는 고객들이 UAM 이용 가능성이 높다고 가정하고 이를 검증하기 위하여 설문조사를 실시하였다.

설문조사 보고서는 6,440명의 응답을 기반으로 분석하였으며, 이 중 5,629명은 최근 제주도를 방문한 경험이 있는 방문객이었으며, 나머지 282명은 제주도 도민이었다. 성별, 나이, 직업 등 특정하지 않고 다양한 응답을 얻기 위하여 설문조사는 제주항공 공식 홈페이지를 포함하여 App Push 및 SNS 홍보 등 여러 루트를 통하여 진행되었다.



설문조사 조사 결과, 응답자들은 UAM을 이용하는 주요 요인으로 가격(30.4%), 이동 편의성(20.2%), 및 이동시간 단축(13.2%)을 선택하였다. 그 외 설문조사 문항들을 종합적으로 검토한 결과, Working Group이 초기에 가정한 승객 타겟군(“여행에 있어 시간과 편의성을 중시하는 고객들이 UAM 이용 가능성이 높다”)과 UAM 사용 의향이 높은 고객 군이 매우 유사한 것을 확인할 수 있었다. 이에 Eve Air Mobility에서 제공한 예상 운영 비용을 참고하여 Working Group은 항공권 가격을 제외한 인당 50만원을 소비하는 최대 2명의 예상 고객군을 특정하여 대상 시장을 정밀하고 세분화 할 수 있었다.

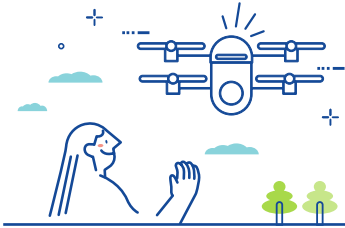
제주도 여행을 하는 교통수단으로 응답자 중 90%가 렌트카를 이용하였기에, 본 문서의 연구에서는 Binary Logistic Model로 부터 계산된 고객군의 유틸리티 값을 사용하여 렌트카 이용객 중 UAM 교통수단으로 전환 가능성을 중점으로 조사하였다.

위의 모델을 사용하여 예상 이용 요금 대비 이동시간 절감에 대한 잠재적 가치를 기반으로 1단계, 2단계, 및 3단계에 명시된 모든 UAM서비스 모델에 대한 응답을 분석하였다. 다른 모든 변수를 일정하게 유지하고 가격을 변동시켜 각 UAM 서비스 모델에 대한 가격대비 수요 그래프를 생성하여 추가 분석하였다.

다음은 상용화 시점의 UAM 서비스 모델에 대한 연구결과 요약하였다.

Phase	Route	Potential Demand (Passengers/Year)	Remarks
1	성산일출봉 관광비행	32,800 - 47,000	이용 요금 변동에 따름
2	중문 ↔ 성산 이동비행	29,500 - 42,000	
3	제주공항 ↔ 중문 공항셔틀	8,400 - 13,000	

Working Group은 초기 적은 운항 편수로 인한 평균 이용요금 인상 가능성을 인식하여 현실적인 예상 결과 값을 얻기 위해 노력하고자, 가정 사항을 보수적으로 반영하였다. 기존 교통체계와는 달리 UAM은 시간이 지남에 따라 운항편 증가로, 규모의 경제 실현과 배터리 비용의 감소, 그리고 자율 비행 실현으로 인한 단위 비용이 변경될 여지가 있다.



제주도 지역사회의 이점

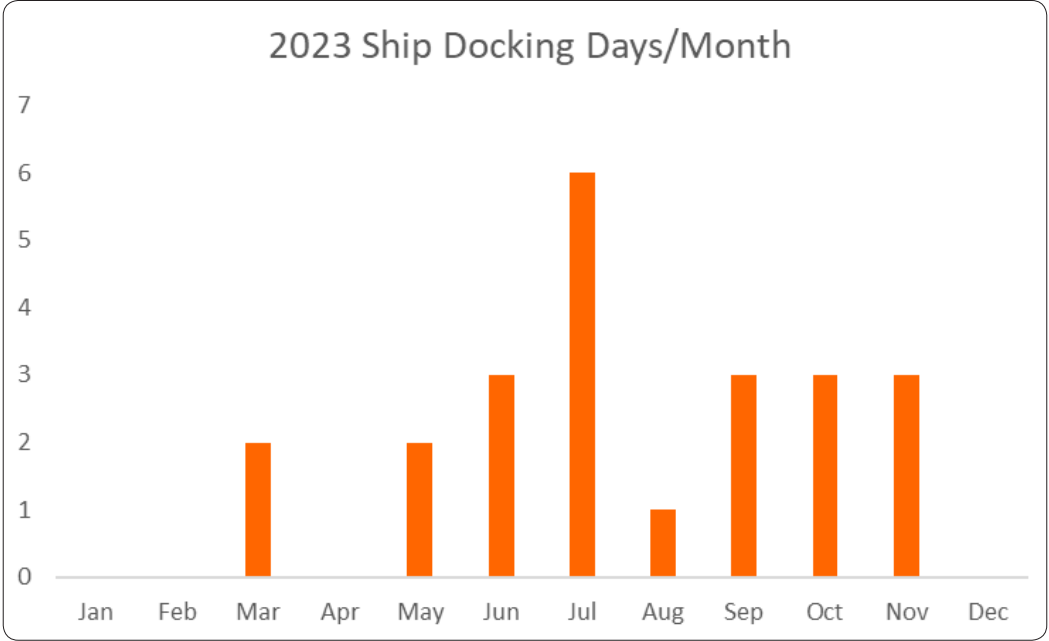
미래의 제주 하늘에 UAM이 운항이 될 경우 지역사회에도 다양한 이점이 있을 것으로 예상된다. 2030 CFI를 추진하고 있는 제주도는 UAM의 성공적인 정착으로 친환경 및 미래사업에서 높은 경쟁력을 갖출 수 있을 것이다. 또한 지속가능한 친환경 교통수단으로 생활권 개선과 방문객에게 새로운 경험을 제공 가능한 관광도시로서의 지위를 더욱 높일 수 있을 것이다.

최소한의 인프라 구축으로 교통망 확장 가능

UAM은 수직이착륙을 수행할 수 있으므로 전형적인 철도 및 지역 공항 구축보다 개발 비용이 상당히 적을 것으로 예상된다. 정부의 도시개발계획에 따른 지상 인프라는 일반적으로 수요에 앞서 투자와 함께 건설된다. 새로운 철도 노선 및 고속도로 건설은 광범위한 토지 개발과, 산림 철거를 필요로 하며 사회와 환경에 즉각적이고 장기적인 영향을 미치며 일상생활에 불편함을 야기한다.

그러나, UAM이 필요로 하는 인프라는 기존 교통체계와는 다르다. UAM은 하늘을 재건하거나 물리적 공중 도로 구조물을 설치할 필요가 없다. 공역은 3차원으로서 확장이 가능한 무제한 범위를 제공하여 UAM 운항 편수가 증가함에 따라 신속하게 네트워크 확장이 가능하고, 항공로는 증가하는 교통량을 수용하기 위해 새로운 항공로를 형성 또는 확장하여 버티포트와 유기적인 연결이 가능하다.

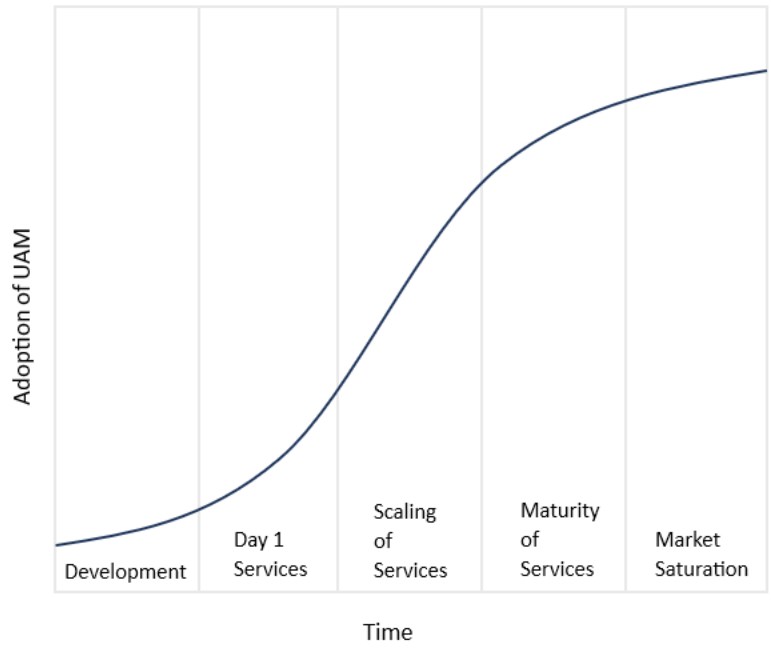
또한 지상의 버티포트는 시간이 지남에 따라 변화가 가능하다 다양한 크기의 모듈식 구조 형태로 구축이 가능하다. 버티포트는 특히 방문객 수가 일시적으로 급증하는 인프라와의 연계에 유용할 것이다. 예시로 강정터미널의 경우 크루즈 선석 스케줄에 크게 의존하며 선박 하기 시간에 단기적으로 수요가 급증할 것으로 보이며 선석 스케줄이 없는 겨울철에는 수요가 없을 것으로 예상된다.



2023 Ship docking schedule at Gangjeong Cruise Terminal: Source Eve Air Mobility

변동하는 수요에 빠르게 대응할 수 있는 저비용 인프라는 UAM서비스를 활용하려는 미래 탑승객에게 낮은 운임을 제공하며 이용을 촉진할 수 있다.

새로운 기술 도입에 따른 경향을 참조하면 상용화 시점 UAM의 운항편은 일정적이지만 배터리 기술의 발전과 규모의 경제 실현으로 인한 비용 절감으로 시간이 갈수록 UAM은 기하급수적으로 성장할 것으로 예상된다.



Projected adoption rate of UAM Services in Jeju. Source: Eve Air Mobility

전기 충전망 구축 가속화

제주도는 CFI 2030에 맞춰 신재생 에너지 생성 및 전기차로의 전환을 통해 지속가능한 발전을 위한 글로벌 벤치마크의 표준을 목표로 한다. 한국의 스마트 시티 코리아에 따르면 제주특별자치도 미래전략팀은 친환경 차량의 개발과 보급을 촉진하기 위한 조례를 제정하였다. (Jeju Special Self-Governing Province, n.d.) 이 조례로 인하여 제주도 전역에 전기차 충전 인프라가 크게 증가함과 동시에 전기 동력인 UAM에 접목시켜 미래를 위한 길을 열고 있다.

이러한 전기 충전 인프라는 많은 곳에서 이미 100kW 이상의 DC 고속 충전기를 지원하고 있다. 대부분의 eVTOL은 현재 개발 진행중인 메가와트 충전 시스템(MCS)를 충전에 사용할 것으로 예상되며, 가까운 미래에 대형 전기 차량의 표준으로 채택될 가능성이 있을 것으로 예상된다.

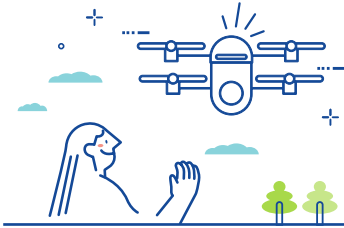
제주 전역에 구축 되어있는 전기 충전 인프라를 활용한 기존 네트워크에서 MCS 충전을 지원하는 네트워크를 구축한다면 다른 지역에 비해 보다 수월하게 UAM 인프라 구축이 가능하다고 예상된다.

고용 창출

Working Group은 UAM 서비스의 3단계 운영에 기반하여 제주에서 UAM 운항편이 증가하는 2027년부터 지원 및 간접적인 연계사업을 포함 1,100개 이상의 새로운 정규직 일자리가 생성될 것으로 예상된다. 이 추정 사항은 27년에 2개의 버티포트에서 1단계 운영의 고용 창출 잠재력만을 고려하였으며, 시간이 지남에 따라 항공편 증가와 사업 확장에 따른 고용창출이 예상된다.

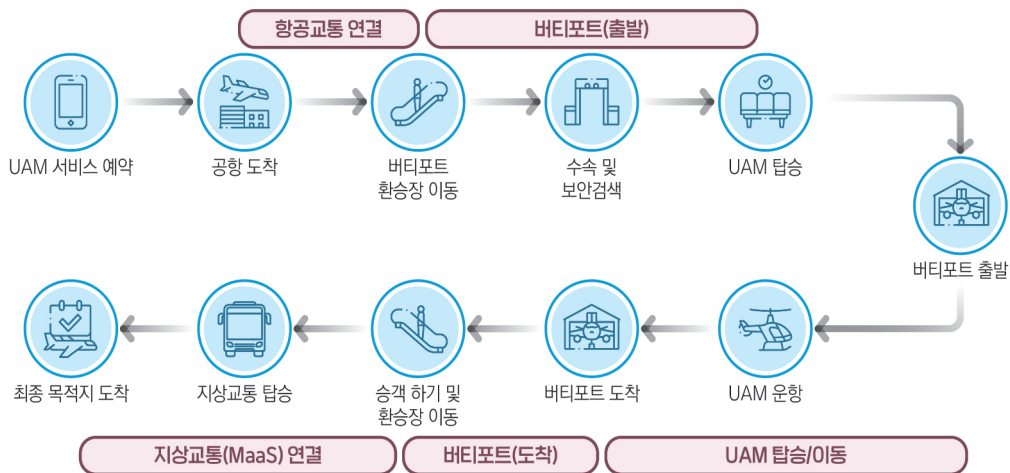
필수 커뮤니티 서비스 제공

초기 상용화 시점 대부분의 UAM 항공기는 승객 운송에 최적화 되어 있지만, UAM은 다양한 방법으로 사용 가능한 다재다능성을 가지고 있다. 제주지역을 중심으로 물품 배송 시간에 민감한 의약품과 화물을 지역 주민에게 신속하게 전달 가능하며, 또한 의료 수송목적으로 긴급한 의료 서비스 제공할 수 있다.



UAM 승객의 여정

초기의 UAM 서비스를 이용하는 승객의 여정은 현재의 항공산업과 매우 유사할 것이다. 상용화 초기의 운항환경은 제약적(기상/운항 가능시간)인 만큼 승객은 정해진 UAM 운항스케줄에 맞춰 예약을 완료한 후, 버티포트에 도착하여 수속 및 보안검색대를 통과하고, UAM을 탑승하여 목적 버티포트로 이동이 예상된다. 향후 기술의 발달에 따라 이용절차 간소화와 정시성 향상을 통해 보다 빠르고 편안한 여행이 되도록 발전해 나갈 것이다.



승객예약

승객예약은 UAM 운항스케줄에 맞춰 제주항공 홈페이지 또는 모바일 어플리케이션을 통해 예약할 것이다. 향후 점차 UAM 항공기 기술 발전과 정시성 향상에 맞춰 혼잡 시간을 제외한 승객이 희망하는 탑승 시간에 맞춘 실시간 예약도 가능할 것으로 예상된다. 이는 일상 생활 속 교통수단으로 거듭날수록 승객의 탑승 편의 시간에 맞춰 예약을 하는 방향으로 발전해 나갈 것이며 3단계로 서서히 발전할 것으로 예상된다.

- Phase 1** UAM 인프라와 VFR 운항조건 등 외부환경에 UAM 운항스케줄을 맞춰 예약 (Scheduled)
- Phase 2** 기술의 발달과 정시성 향상으로 혼잡한 시간을 제외한 일부 희망하는 운항시간에 맞춰 예약 (Scheduled + Partially On-demand)
- Phase 3** 전체적인 UAM 생태계의 발달로 승객의 탑승 편의 시간에 맞춰 예약 (Mostly On-demand)

버티포트 수속 및 보안검색

초기 상용화의 경우 출발 승객과 수하물에 대해 현재와 유사한 수준의 보안 검사가 예상된다. 승객 예약 과정에서 승객의 정보는 간소화된 보안 검사를 위해 버티포트 운영자에게 전달되며, 탑승 전 승객에게는 온라인을 통한 사전 안전교육(비상 대응 요령)과 브리핑 제공을 통해 비상상황 대응 방법을 숙지할 것이다. 한번 유료한 안전교육은 일정기간동안 면제가 가능할 것으로 예상된다. 버티포트의 수속은 모바일 어플리케이션을 통해 진행되며 일부 물품은 체크인시 봉인될 수 있다. 산업이 발전함에 따라, 승객의 편의와 안전을 균형있게 유지가 필요하며 지능형 AI와 스마트 시스템 도입으로 UAM 탑승 준비시간 최소화 하는 방향으로 발전할 것이다. 그러나 ICAO 항공 보안 요건이 적용될 경우, 수하물이 포함된 노선을 운영하는 버티포트는 전용 수하물처리 및 검사 인원이 필요할 수 있다.

UAM 탑승 및 이동

승객들은 승무원의 안내를 받아 UAM 항공기로 이동하며, 수하물을 적재하고 지정된 좌석에 탑승할 것이다. 만약 항공과 연계되어 있는 경우 수하물은 추가 검사를 요구하지 않게 봉인되어 목적 공항에서 수하물을 수령 할 것이다. 승객들은 휴식을 취하거나 상공의 경치를 보며 목적 버티포트로 이동하며 실시간 비행 정보 및 도착 정보는 모바일 어플리케이션을 통해 제공될 것이다. 목적 버티포트에 도착한 승객은 승무원의 안내에 따라 하차할 것이다.

도착 및 연계교통 탑승

목적 버티포트에 도착한 승객은 최종 목적지까지의 이동을 위해 연계교통수단을 탑승하여 이동할 것이다. 연계교통수단은 UAM을 제외한 모든 지상 교통수단이며 승객에게 최적의 방안을 예약 단계부터 안내하여 승객에게 합리적인 선택권을 부여할 것이다.

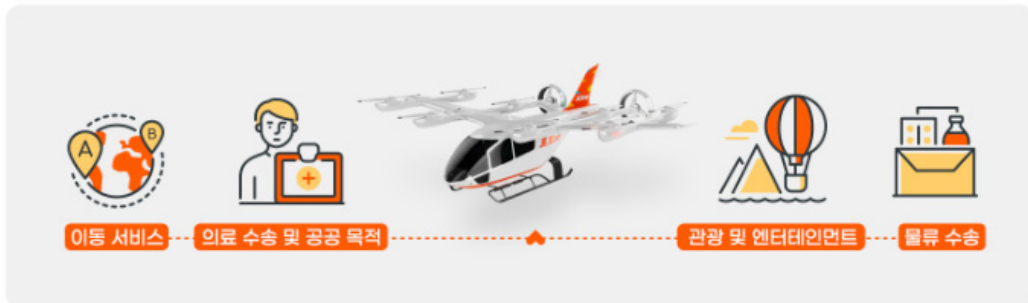
승객 여정	Phase 1	Phase 2	Phase 3
승객 예약 절차	UAM 운항스케줄에 맞춰 예약 (Scheduled)	혼잡 시간을 제외한 일부 운항을 희망하는 시간에 맞춰 예약 (Scheduled + On-Demand)	승객의 탑승 편의 시간에 맞춰 예약 (Mostly On-demand)
버티포트 수속 및 보안검색	앱을 통한 모바일 탑승권 발권 및 현재의 항공보안과 유사한 수준	모바일 탑승권 발권 및 빠른 Walk in screening을 통한 보안검색	모바일 탑승권 발권 및 스마트 시스템 도입으로 인한 이용절차 최소화
UAM 탑승 및 이동	운항승무원의 안내에 따라 항공기로 이동 및 탑승	자율적 이동 방안 시범 운영	자율적으로 UAM 항공기로 이동하여 탑승
도착 및 연계 교통 탑승	최적의 방안을 승객에 추천하고 지상교통수단과 연계하여 최종 목적지까지 이동		

UAM 서비스별 승객 탑승 여정

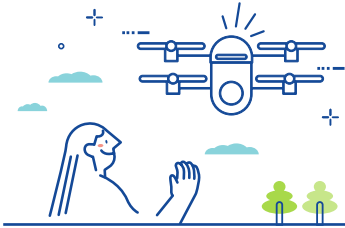
Working Group이 공동으로 진행한 설문조사 결과에 따르면 초기 단계의 UAM은 관광서비스, 공항 셔틀, 이동서비스 순으로 선호도가 높았다. 관광서비스는 UAM을 탑승하여 상공에서 주요 관광지 및 자연환경을 감상하는 서비스로 나이 불문 높은 선호도를 보이며 타 교통 체계와 연계성이 낮고 서비스 형태가 단순하여 빠르게 상용화 될 가능성이 높다. 공항 셔틀은 공항과 특정 거점을 UAM을 통해 연결하는 서비스로 사전에 갖추어진 항공 인프라를 연계하여 활용할 수 있다는 장점이 있다. 거점과 거점을 연결하는 이동서비스는 갖추어진 여러 버티포트 거점을 연결하며 수요에 맞춰 사업을 쉽게 확장할 수 있는 장점이 있다.

1. **관광서비스** 나이 불문 높은 선호도를 보이며 타 교통체계와 연계성이 낮고 빠르게 상용화 가능성 높음
2. **공항셔틀** 갖추어진 항공 인프라와 연계 및 활용하여 추가로 요구되는 인프라 낮음
3. **이동서비스** 갖추어진 여러 버티포트 거점을 연결하여 수요에 맞게 사업을 쉽게 확장 가능

승객들은 제주항공 예약 사이트를 통해 미리 다양한 UAM 서비스를 개별적 또는 부가상품으로 구매하고, 예약에 맞춰 UAM을 이용할 것이다. 아래는 제안하는 UAM 서비스별 추천 여정이다.



Phase	운항서비스	승객 여정 제안
1	관광서비스	주요 관광지 인근에 있는 버티포트에 도착하여 UAM을 탑승 후, 상공에서 주요관광지의 경관을 감상한다. 추천 주요관광지 성산일출봉, 섭지코지 등 예상 관광시간 약 15분-20분
2	이동서비스	출발 버티포트와 목적 버티포트를 선정하여 UAM을 이용하여 단 시간 내 목적 버티포트에 도착한다. *주요 섬과 제주도 연결 포함 추천 주요노선 강정항 ↔ 성산, 마라도 ↔ 중문 예상 이동시간 약 15-20분
3	공항 셔틀	제주공항과 버티포트를 연계하여, 목적 버티포트 또는 공항까지 단 시간내 도착한다 * 전용 체크인 시설을 사용한 수하물 검사 및 탑승권 발급 추천 주요노선 제주공항 (-)중문, 성산 예상 이동시간 20분



UAM 항공기의 여정

상용화 초기의 UAM 운영 형태는 시장 수요와 운영사의 사업 모델에 의해 주도 될 것이며 각 나라의 운영 및 규제 환경에 따라 크게 다를 것으로 예상된다. 그러나 현재의 추세로는 상용화 시점의 운영은 공통적으로 운항승무원이 탑승하여 조종하고, 체계적인 운영환경에서의 운영을 목표로 한다. 다만 규제 요구사항이 변화하는 것에 따라 자동화 기술을 활용할 것으로 예상된다. 다음은 자동화에 관한 몇가지 예시이다.

1. 모든 비행단계에서의 오토파일럿 사용
2. 자동 비행 경로 관리
3. 전자 체크리스트 사용

또한 교통정보, 기상, 버티포트의 현황, UAM 항공기 및 비행 경로에 대한 변경 사항과 같은 데이터를 공유하고 전송하는 통합된 CNSI 시스템이 포함될 수 있다.

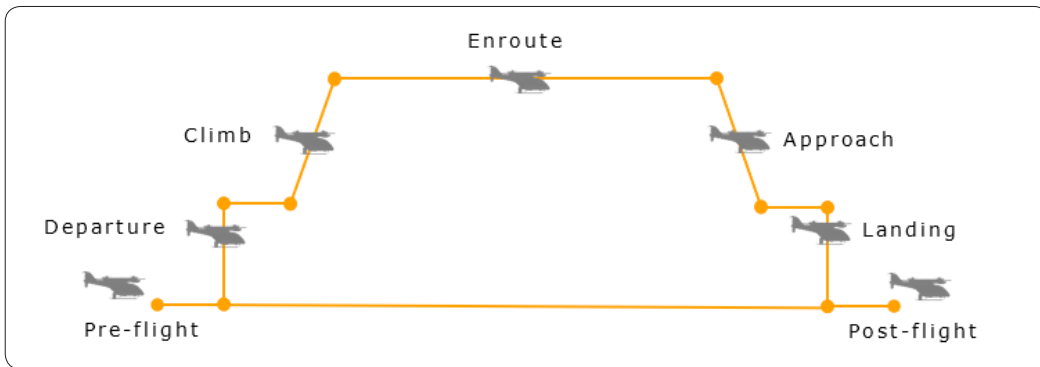
Working Group은 관광이 이 여정의 시작점이 될 것으로 예상하며, 특정 UAM 기술 또는 규제의 도입은 시간이 지나면서 안전한 운항 경험을 기반으로 확장될 것이다.

- 1단계** 성산, 마라도/우도 지역의 주요 관광지에서의 관광 비행
- 2단계** 주요관광지, 크루즈 터미널 및 지역의 주요 중심지를 연결하는 내륙 이동 비행
- 3단계** 제주 국제공항에서 주요 관광지와 지역 중심지를 연결하는 공항 셔틀

운영 지표	1단계	2단계	3단계
운영 형태	현행 규칙 및 규정에 따라 인증된 UAM 항공기에 의해 운영	UAM 운항편이 증가함에 따라 자동화를 활용한 UAM 운영	복잡한 환경 (ex, 주요공항 및 건물 옥상 등) 에서 비행을 가능하게 하는 고도화된 교통관리 시스템으로 지원되는 고밀도 UAM 운영
혼잡성	충분한 운영 준비시간이 있는 낮은 운항 빈도수	자상이동과 버티포트의 스케줄 및 자원관리를 요구하는 보통의 운항 빈도수	동시 이착륙의 일상화 및 이해 관계자들의 높은 수준의 정보 교환을 통한 높은 운항 빈도수

운영 지표	1단계	2단계	3단계
UAM 공역 및 절차	회전의 인프라 또는 항공 인프라가 구축된 소규모 수직 이착륙장	교차점이 최소화된 UAM 성능 기반의 항로. 운항승무원의 책임 하 분리하여 운항	주요공항 및 버티하브에서 ATM와 UATM의 통합된 운영. 모든 UAM 항공기는 UATM 서비스를 이용하고 공역 내 전략적 및 전술적 분리 수행
규제	현행 규정 및 규칙과 협약에 따른 운영	회랑 및 비정상 운항을 고려한 UAM 규정 도입에 따른 운영	통제공역과 주요공항에서 운영을 가능케 하는 UAM과 ATM의 통합 규정.
자동화 수준	현 항공기 자동화 기술 수준	비행 계획, 감시, 허가에 자동화가 적용된 기술 수준	모든 이해관계자 (운영자, 버티포트, 교통관리자) 간의 협력적인 의사결정을 가능하게 하는 자동 정보 교환 시스템이 적용된 기술 수준
조종사 탑승여부	탑승	탑승/원격조종	탑승/원격조종

1단계의 에서의 여정은 헬리콥터를 이용하여 경치를 감상하는 방법과 유사할 것으로 예상된다. 2단계로 진행될수록 아래와 같은 운영 및 이해관계자와 상호 작용이 발생할 가능성이 있다.



UAM Phases of flight. Source: Eve Air Mobility

비행단계	설명
비행 전	제주항공의 예약 플랫폼을 사용하여 교통관리자와 실시간 비행계획 정보 (출발지, 도착지, 운항고도, 속도 등) 교환을 통해 비행계획 승인여부를 확인한다.
출발	운항승무원은 승객 탑승 중 UAM 항공기를 점검하고 비행계획을 검토한다. 이후 항공기는 출발을 위해 최종 접근 및 이륙지역(FATO)로 지상 또는 호버 택시로 이동한다
상승 및 순항	이륙 후, 운항자 및 교통관리자는 비행을 모니터링 하며 실시간 정보를 버티포트 운영자와 공유한다. 또한 다른 교통관리자와 감독기관에 전송되어 교통관리 및 규정 준수여부를 모니터링 한다.
접근 및 착륙	교통관리자는 접근 공역에서 안전한 접근을 위한 지시를 하고, 운항승무원은 지정된 FATO에 착륙하여 정해진 주기장으로 지상 또는 호버택시로 이동한다. 주기장 도착 후 모터를 끄며 승객을 하차한다.
비행 후	다음 비행을 준비하며 정비 및 배터리량 확인 후 정보를 제주항공에 전달한다.

UAM의 배터리 예비 정책은 기본적인 항공기 운영과 비슷할 것으로 예상되나, 낮은 고도로 운영 되는 UAM 항공기의 특성상 빠른 판단이 요구되므로 비행계획 단계부터 항공기 성능을 고려하여 사전에 지정된 대체 버티포트 지정이 필요할 것이다.

아래는 비행계획 단계에서 회항에 필요한 예비 착륙장까지의 시간을 Eve의 항공기 제원을 예시로 아래와 같이 제안한다.

Phase	Route	Proposed Reserve Policy
1	성산, 마라도/우도 지역의 주요 관광지에서의 관광 비행	FATO의 가용성과 기상 조건을 고려한 모든 비행 항로가 착륙 가능한 버티포트 또는 착륙장으로부터 반경 10KM 이내에 위치.
2	주요관광지, 크루즈 터미널 및 지역의 주요 중심지를 연결하는 내륙 이동 비행	사전에 정해진 지점으로 기상 조건과 함께 출발지, 목적지, 및 FATO 가용성이 고려된 회항 시 필요한 z분의 배터리.
3	제주 국제공항에서 주요 관광지와 지역 중심지를 연결하는 공항 셔틀	

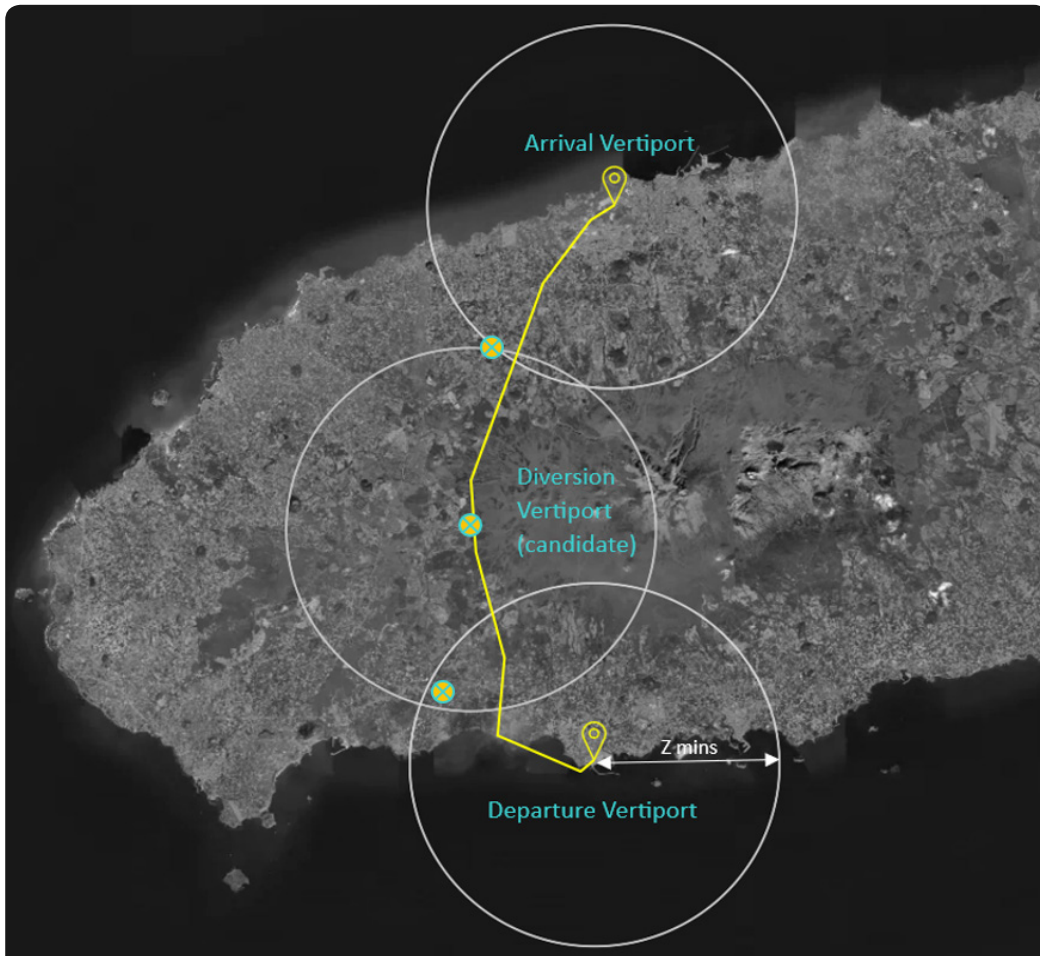


Illustration on en route diversion circles. Source: Eve Air Mobility

Working Group은 잠재적인 버티포트의 입지는 미래 확장 가능성과 UAM 항공기의 조업을 고려하여 선정하기 위해 노력하였다. 유럽연합항공안전청(EASA)의 버티포트 프로토타입 기술 설계 사양(European Union Aviation Safety Agency, 2022, #)에 의거하면 FATO의 크기는 항공기의 길이와 폭을 고려한 1.5 항공기의 크기(D)여야 하며 추가로 안전 영역인 3meter 또는 0.25D가 고려되어야 한다. 따라서 버티포트의 입지는 적어도 30m x 30m가 되어야 단일 FATO에서 다양한 타입의 eVTOL 항공기의 운영을 위한 충분한 공간을 확보할 수 있다.

버티포트는 주변 개발 현황과 장애물을 고려하여 주변에 충분한 공간을 확보하여 다방면의 입출이 가능한 방향을 고려하여야 한다. 이는 강정항과 성산 지역 인근에서 수상 버티포트 구축시 적용이 가능할 것으로 예상되며, Phase 3의 제주공항과의 융합에서 다양한 풍향 및 풍속조건에서 활주로를 가로지르지 않는 접근 및 출발 경로를 고려해야 한다.



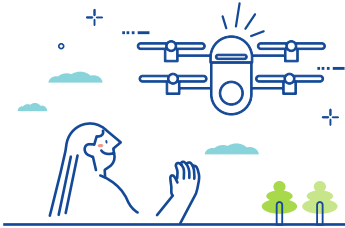
Possible Jeju Airport vertiport obstacle-free volume with omnidirectional approach and take-off climb surface and prohibited sector (top view). Source: Eve Air Mobility

현재 제시된 장애물이 없는 공간(Obstacle Free Volume) 개념은 수직이착륙이 가능한 항공기에 적합하지만, 일반적으로 수직 이륙 및 착륙 중에 높은 소음과 시각적 장애물로 불편함을 초래할 수 있다. 버티포트가 FATO와 주기장이 결합된 곳일 경우 지상 또는 호버링 절차가 필요로 하며 버티포트 운영 발전에 따른 영향도 고려해야 한다. Eve Air Mobility는 현재 소음 인증을 위해 헬리콥터에 적용되는 ANAC 규정(RBAC 36 Subpart H and J)을 현지 규정 준수 여부를 확인하는 기준으로 사용하고 있으며, 이는 한국에 적용되는 ICAO 부속서 16의 4장 4.4에 따른 소음 수준 요구 사항과 일치하다.

Working Group은 미래의 UAM의 운영이 대중의 아름다운 자연경관 감상에 방해가 되지않아야 한다고 생각한다. 이에 버티포트의 예상 부지의 크기, 형태 및 방향은 전체 통합 운항 체계 계획 중 일부부분으로 평가하여 관광에 민감한 성산일출봉이나 한라산과 같은 지역을 포함한 항로와, 소음 및 환경에 미치는 영향을 최소화하는 방향을 고려해야 한다.



eVTOL Transiting over Seongsan Ilchubong. Source: Eve Air Mobility



UAM 운항통제

초기 상용화의 경우 UAM은 전통적인 항공기에 비해 운항 편이 적을 것으로 예상된다. 하지만 UAM을 안전하고 효율적으로 운영하기 위해서는 전문적인 지식을 함양한 UAM 종사자가 규정과 절차에 의거하여 모든 운항이 안전운항 범위 내에서 운영 되도록 하여야 한다. 비행 준비단계부터 비행 종료까지 UAM 운영에 영향을 주는 모든 상황을 파악하여 UAM 항공기 운항의 지속, 중단, 회항, 결항 등을 결정해야 한다. 안전한 운항 결정을 위해서는 다양한 UAM 분야의 항공종사자들의 유기적인 소통과 협업을 필요로 할 것이다. 초기 상용화의 경우 항공분야에 경험이 있는 운항 승무원, 정비사, 운항관리사가 근무하며 항공에 대한 전문적인 지식과 경험을 기반으로 운영이 이루어 질 것으로 예상된다. 효율성을 위한 중앙통제체계로 한곳에서 모든 UAM 항공기를 모니터링 하고 통제하며, 안전한 운항을 위해 이착륙 버티포트 및 항로 상 기상을 분석하고, NOTAM과 항공기의 성능을 고려한 비행계획 하며, 운항중인 UAM 항공기에 대한 감시와 적절한 조언을 제공할 것이다.

UAM 비행계획

비행계획은 UAM 항공기가 출발 버티포트에서 목적 버티포트까지 안전한 비행이 되도록 기상을 분석하고 UAM항공기의 성능과 NOTAM을 고려하여 규정내 에서 운항이 이루어지도록 적합한 비행계획을 수립하여야 한다. 비행계획서는 항공기 운항을 위한 다양한 정보를 포함한 종합계획서이며, 항공기에 대한 정보와 항로와 고도를 포함한 운항에 필요한 최소 배터리량 등을 산출한 다양한 정보를 포함한다. 작성이 완료된 비행계획서는 관계기관에 제출하여 운항 예정인 계획을 공유한다.

비행계획시 고려사항

분야	사유
기상	시계비행을 하는 초기 UAM 운항단계는 시정과 운고 그리고 약천후 조건에 따른 기상 급격한 변화는 비행안전에 위험을 초래할 수 있다. 기상은 일기도, 레이더 영상, METAR/TAF, AMOS, CCTV등 기타 기상정보수집을 통한 기상예보와 현천에 대한 검토가 필요하다.
NOTAM	운항 관련한 필수 정보는 NOTAM을 통해 발행된다. 공역, 항로, 버티포트 등 항공안전을 위험을 초래할 수 있는 정보는 NOTAM을 통해 모든 관계자에게 공유 되기에 필수적으로 확인이 필요하다.

분야	사유
항로	하늘에도 보이지는 않지만 지상과 동일하게 여러가지 길이 있다. UAM 초기에는 회랑으로 명칭하는 UAM의 항로가 단순하지만 점차 많은 회랑이 생기며 복잡해질 것이다. 안전하고 합리적인 항로 선정을 위하여 기상과 항로 제한사항을 분석하여 수많은 항로 중 안정성, 경제성 그리고 신속성을 고려하여 최적의 항로를 선정 해야한다.
교체 버티포트	비정상 운항에 대한 유연한 대처를 위해 교체 버티포트 (출발지, 목적지, 운항중 버티포트)는 비정상 상황을 고려하여 사전에 비행계획서에 반영 한다. 비정상 상황의 종류는 기상, NOTAM, 항공기 결함 등 다양한 사유로 발생하며, 비정상 상황이 발생 시 UAM 항공기를 신속하게 착륙이 가능한 착륙 가능 거점 정보를 비행계획 단계에서부터 고려하여야 한다.
배터리 소모량	항공기를 안전하게 운영을 위해선 운항 단계별 소모량과 변경되는 운항 환경을 고려한 예비 소모량을 법정 규정에 맞게 산출 하여야 한다. 현행 항공법과 유사한 최소 배터리량이 법적으로 제정될 것으로 예상하며, UAM 항공기는 배터리 소모량에 따른 중량 차이는 발생 하지 않아 항공기 성능 영향에는 비교적 덜 제한적으로 예상된다.
항공기 성능	항공기의 성능은 비행계획과 일치한 운항이 가능한지 최우선적으로 고려해야하는 중요 요소이다. 항공기는 구조적 설계를 고려하여 이착륙이 가능한 MTOW/MLDW가 있다. 이 밖에도 항공기 결함 상태와 탑재 장비에 따른 항로 항행가능여부를 종합적으로 검토하여 비행계획시 반영해야 한다.

UAM 비행감시

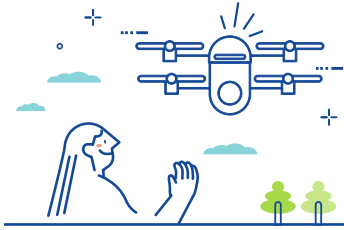
비행감시는 비행준비 단계에서부터 비행종료까지 모든 상황을 모니터링 하며 비행 중인 운항승무원에게 적절한 정보를 제공한다. 비행감시는 이착륙 버티포트 및 운항 항로에 위치한 기상을 분석하여 비행계획서와 일치성 여부를 확인하며 계획된 운항이 이루어지는지 확인한다. 또한 각종 비정상 운항 (복행/체공/이륙중단 등)을 적시에 파악하여 습득한 관련 정보를 기반으로 비정상 운항편을 포함한 인근 운항편에 적절한 조연을 제공하여 안전하고 효율적인 운영이 이루어 지도록 안전 운항 체계 구축을 한다.

분야	비행감시
비행 현황 모니터링	1. 이착륙 버티포트 및 항로상 기상 2. 비행계획 대비 실제 운항 비교 분석 3. 비정상 운항 파악 (복행/체공/이륙중단 등)
비행편 교신	1. PIREP / Pilot report 파악 및 공유 2. 기상 특이사항 파악 및 공유 3. 항로상 특이사항 파악 및 공유
NOTAM 모니터링	공역, 항로, 버티포트 등 항공안전을 위협할 수 있는 정보 분석 및 공유

UAM 운항 통제

운항통제는 비행감시 및 비행계획을 포함한 종합적인 개념이며, UAM 항공기의 운항의 지속, 중단, 회항, 결항 등을 결정한다. 초기 상용화의 경우 UAM 항공기 운항에 있어 외부환경에 제약적인 만큼 상황에 맞는 적절한 운항 결정을 요구할 것으로 예상된다. 비정상 운항은 운항의 모든 단계에 있어 매번 다양한 사유로 발생하고, 이를 유연하게 해결하는 능력은 운항통제의 핵심이다. 또한 비정상 상황에 있어 관련 정보를 종합하여 빠르게 습득하고, 보고 체계를 통한 체계적인 대응은 안전한 UAM 생태계를 구축하는 데에 있어 필수적으로 예상된다. 운항통제는 규정과 절차에 의거하여 모든 운항이 안전운항 범위 내에서 효율적인 운영되도록 노력해야 한다.

분야	운항통제
스케줄 편성	버티포트 및 항로사용 가용성을 판단하여 운항 스케줄 편성
스케줄 관리	UAM 운항편 스케줄의 지연 또는 항공편 항공기 교체
운항 결정	비행의 지속, 중단, 회항, 결항을 결정



운영 제한사항 및 제안

제주공항 공역 분리

한국공항공사에 따르면 '18년 제주공항은 코로나 19 이전 매주 3,446편의 국내선 및 국제선을 운항했다(Korea Airports Corporation, 2019). 이는 시간당 평균 29개의 항공편 또는 2분 주기로 항공기의 이착륙을 추정할 수 있으며, 이중 대다수는 주 활주로인 RWY 07/25을 활용한다.

항공기 분리 기준을 고려하면 제주공항의 활주로는 공항 운영 시간 내 최대수용량으로 운영된다. 이는 간헐적으로 발생하는 악 기상이나, 주기장, 교통량을 고려하지 않더라도, 제주공항에 에어 사이드에 UAM을 통합하여 운영할 가능성은 극히 희박해 보인다.

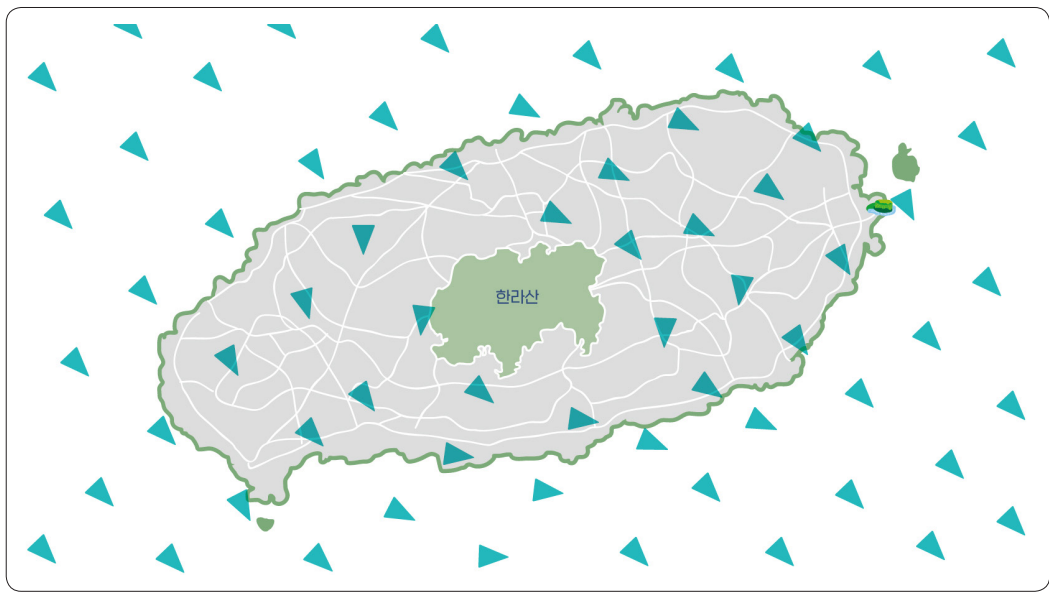
1단계에서의 UAM 항공기는 현재의 공역 구조를 사용할 것으로 예상된다. 전용 UAM 회랑이 있더라도 제주공항의 통제 공역을 출발하거나 통과하는 UAM 항공편은 공역 혼잡으로 인한 지연이 발생 가능성이 예상된다. 공역 혼잡에 따른 UAM 항공기와 기존 항공기간의 공역 사용 우선권 관련하여 논란이 발생 할 가능성이 있다.

제주공항 공역과 같은 혼잡한 공역에서 새로운 UAM 시설이 구축되지 않고 저고도 교통관리 절차와 시스템이 구축되지 않으면 통제된 공역에서 UAM 항공편의 정시성과 운항편 확장에 어려움이 따를 가능성이 높다.

한라산의 지형풍

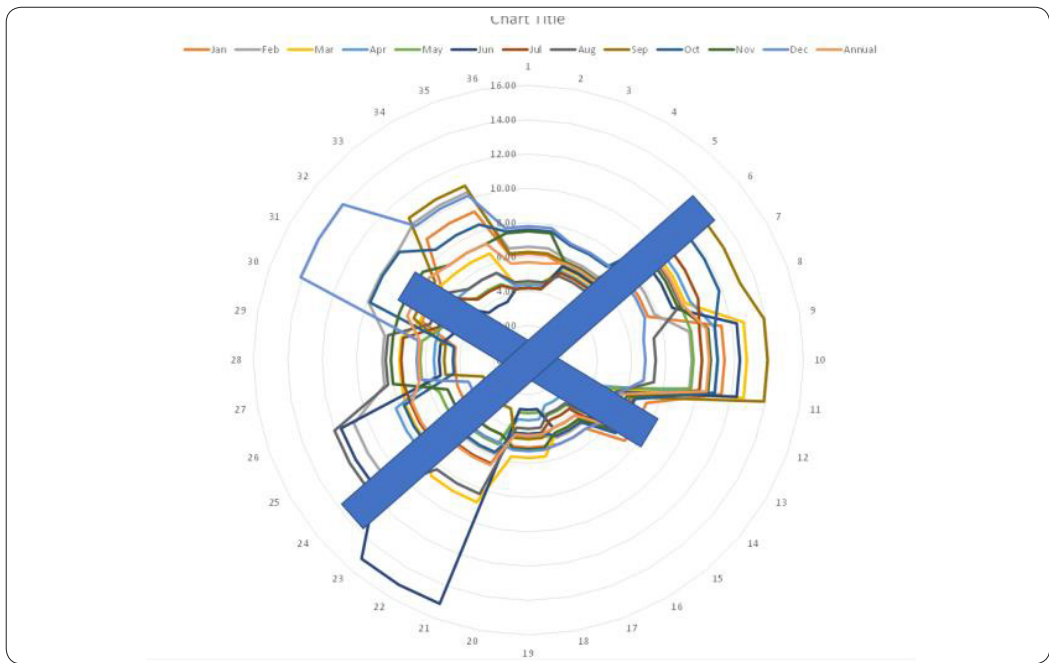
제주도는 온난하고 습한 기후로 계절의 변화에 따라 바람의 세기와 방향이 달라지는 것으로 잘 알려져 있다. 제주는 남쪽 위치한 섬 지형으로 한국 본토에 비해 날씨가 온화하지만 통계적으로 특히 여름철 몬순기간동안 비가 더 많이 내린다. 기상 통계에 따르면 제주도는 연간 비오는날이 138일이며, 한달에 비오는 날은 약 9-15일이다. 6월에서 8월 사이 평균 200-300mm의 더 많은 강수량을 보인다.

한라산은 제주도 중심에 위치한 해발 1,950m의 섬으로 제주도의 지형 효과 형성하는데 일조한다. 태평양에서 불어오는 바다 바람은 한라산 주위로 갈라져 바람이 불어오는 쪽에서 합쳐지며 예측할 수 없는 결과가 발생한다.



Wind vector field over Jeju Island. Image Source: Eve Air Mobility

한국공항공사 등의 통계자료에 의거하면 강풍과 윈드시어 경보가 발령되었고, 악기상으로 인해 160편 이상의 항공편이 취소 되었다고 보도했다. 또한, 24mps를 초과하는 돌풍은 해상의 교통도 영향을 주어 43대의 여객선 운항이 취소 되었다. (Jin, 2023).



Monthly wind direction visualisation chart for CJU Airport. Source: Eve Air Mobility

주로 저고도 공역에서 비행을 하는 eVTOL 항공기는 수직 및 수평으로 발달하는 예측할 수 없는 바람 조건에 취약하다. 그러나 기상에 대한 기체의 한계(항공기 성능)는 현재의 개발단계에서는 아직 결정되어지지 않았지만, 비행 단계에 따른 항공기 중량 및 속도와 같은 복잡한 요소의 조합에 따라 결정된다.

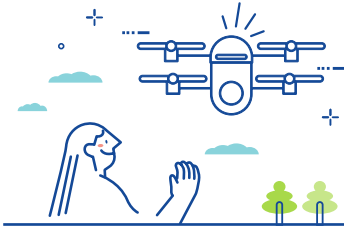
인프라 개발 비용

설문조사에 따르면 항공권 요금은 잠재적인 수요에 대한 주요 고려사항이 될 것이다. UAM 서비스를 이용하지 않겠다는 도민과 방문객의 답변 중 가장 큰 이유로는 높은 요금을 꼽았다.

UAM 항공기의 가격은 모형과 기능에 따라 2.5 ~ 6 백만달러 사이로 헬리콥터와 유사할 것으로 예상된다. L.E.K의 연구결과를 보면 경제성 및 잠재성을 고려한 버티포트 비용은 크기와 위치에 따라 3.5-12 백만달러 사이일 것이다. (Santha et al., 2021, #). 이 비용의 상당부분은 토지를 취득하거나 임대하여 운영을 시작하는데 필요한 이착륙 및 전기 인프라 시설을 구축하는데 사용될 것이다.

보편적으로 버티포트의 토지 비용은 주요 허브 및 편의시설이 구축된 인프라에 근접할수록 수요가 증가함에 따라 비용이 수직 상승한다. 대부분의 시나리오에서 승객은 토지 상승으로 인한 인상된 항공권 비용을 부담해야 할 가능성이 높으며, 잠재적인 운영자 또한 토지 사용에 대한 우선순위와 토지 취득 비용을 부담해야 한다. 이에 토지 이용에 따른 부담감 감소를 위해 당국과의 협이가 필요하다고 본다.

따라서 제주도는 새로운 지역 개발을 추진함에 따라 지역 교통계획의 일환으로 UAM 및 버티포트의 입지를 도시개발 계획에 포함하여 교통체계 통합이 중요하다. 전통적인 인프라 건설에 따른 대중의 선호도를 고려할 경우, UAM의 지상 시설은 공개입찰을 통한 공공-민간 파트너십을 요구할 수 있는 선호 시설일것으로 예상된다. 토지 이용에 따른 부담감을 고려한다면 효율적인 토지사용과 저비용으로 구축가능한 부유식 또는 수상 버티포트 건설도 고려할 수 있다. 버티포트 입지를 신중하게 선택하는 것은 1단계에서부터 3단계까지의 효율적인 운영과 비용 절충에 중요함과 동시에 대중에게 긍정적인 인식을 구축할 수 있다. 이에 Working Group은 제주도에서 현실적인 운영을 위해 모든 기관과의 논의에 열려 있으며 UAM 생태계 성공을 위해 협력하고자 한다.



발굴 및 제안사항

Working Group은 국내 대중이 요구하는 UAM 서비스를 발굴하고 운영 환경을 조성하기 위한 연구를 수행함에 따라 현 시점에서의 UAM에 대한 대중의 사회적 인식 결과를 분석할 수 있었다. 설문은 일반 대중보다 항공 여행에 익숙한 제주항공 회원을 대상으로 조사하였고, 설문조사 전 간단한 UAM에 대한 설명을 첨부하여 UAM이 무엇인지 소개하였다. 다음은 실시한 설문조사를 통해 수집한 UAM의 주요 사회적 인식을 아래와 같이 세가지 키워드로 정리하였다.

키워드	내용
생소한 교통수단	UAM은 대중에게 UAM은 생소한 교통수단이다. 제주항공 회원을 대상으로 한 설문조사 결과에 따르면, 응답자는 설문조사 이전에 UAM에 대한 이해도가 높지 않았다.
기대/우려사항 공존	UAM에 대한 기대와 우려사항이 공존 하였다. UAM에 대한 주요 기대사항은 이동 시간 단축과 교통불편지역 접근성 개선인 반면, 주요 우려사항은 높은 운임과 기체의 안정성이다.
긍정적인 시선	대중은 친환경 항공교통수단인 UAM이 미래에 제주 하늘에서 운영되는 것에 대해 대체로 긍정적인 시각을 가지고 있다.

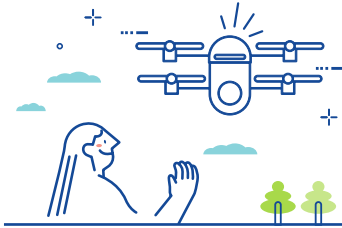
UAM은 아직까지 대중에게 생소한 항공교통수단이다. 그러나 점차 가까운 미래에 일상적인 교통수단으로 정착 하기 위해 Working Group을 포함한 여러 국가와 기업에서 연구를 진행하고 있다. UAM은 새로운 교통체계로 혁신과 안정적인 정착을 이루기 위해서는 운항자와 기체제작사를 포함하여 모든 분야에서 UAM 생태계를 조성해야 한다. 이는 정부차원의 제도적 개선과 행정적 지원과 함께 대중의 사회적 수용성을 높이는 지역사회의 활동도 동반 되어야 할 것으로 예상된다. 생태계 정착을 위한 모든 구성원의 노력은 UAM이 가까운 미래에 대중적인 교통수단으로 확립되는 중요한 역할을 할 것이다.

[정부차원의 고려사항]

고려사항	내용
통합 교통 체계 구축	<p>효율적인 도심항공교통 체계 구축을 위해서는 전통적인 교통체계와 연계를 고려한 노선, 운임 등 정부차원의 계획과 구축방안이 필요할 것으로 예상된다. 점차 UAM을 고려한 도시개발계획을 수립하고, 혼잡성이 높은 지역을 위주로 교통체계를 연계하여 대중적인 교통수단으로 점차 정착해 나갈 것으로 예상된다.</p>
전력망 구축	<p>안정적인 전력망 구축은 전기 동력을 기반으로 운영하는 UAM의 필수요소이다. UAM은 모든 단계에서 전력 공급을 필요로 하며, 고전압 충전을 요구하며, 지속가능한 운영을 위해서는 메가와트급의 안정적인 전력망 구축이 필요할 것으로 예상된다.</p>
운용 규칙 생성	<p>우리나라는 협소한 공역 범위와 특수 상황으로 민간 항공을 위한 할당된 공역이 제한적이라는 특성을 가지고 있다. 이는 협소한 공역 내 교통량이 많은 공역에서 기존 교통체계와 공존하며 안전하게 분리되어 운용을 할 수 있는 저고도 UAM 공역 지정이 필요할 것이다. 또한 모든 UAM 운영이 안전을 보장하는 범위에서 운항이 가능하도록 UAM에 적합한 규정과 규칙 생성이 필요할 것으로 예상된다.</p>
항공 당국의 감독	<p>UAM 산업이 안전한 환경에서 운영을 하기 위해서는 항공 당국의 규제 및 감독이 필요한 제도권 내에서 운영이 필요할 것으로 예상된다. 항공당국은 UAM항공기 기체 인증, 종사자 자격, 규정 준수여부 및 사고조사를 포함한 모든 부분에서 감독이 필요할 것으로 예상되며, 이와 더불어 안전 기준 제시 및 시정 권고조치를 통해 제도권 안에서 안전한 운영이 이루어지는 것을 예상된다.</p>
UAM 항공기 인증	<p>기존에 존재하지 않던 새로운 형태와 새로운 기술을 접목시킨 항공기의 등장으로 인증기관은 항공기의 안전성, 즉 감항성을 증명을 하기 위한 기준을 고심하고 있다. 항공 당국은 UAM에 접목된 새로운 기술과 비행방식을 이해하고 항공기의 안전과 신뢰도를 고려하여 시장에 제시할 수 있는 인증기준을 수립할 것으로 예상된다.</p>

[지역사회 융합을 위한 고려사항]

고려사항	내용
소음 및 사생활보호를 고려한 항로 설계	UAM 또한 다른 국가적인 프로젝트와 동일하게 소음 및 사생활 노출로 인한 지역사회의 반발의 가능성이 있다. 프로펠러에서 생성되는 소음과 저고도 운항에 따른 사생활 노출은 UAM 항로 설계에 있어 어려움이 예상된다. 이에 지역 주민과 투명한 소통을 통해 소음과 사생활 노출을 최소화 할 수 있는 대안 마련이 필요할 것으로 예상된다.
사회적 인식개선	친환경 교통수단인 UAM이 도심교통수단으로 정착하기 위해서는 사회적 수용성을 증진하며 단계적으로 사회적 인식 개선이 필요할 것으로 예상된다. UAM은 사회적 비용을 감소하고 사회적 편익을 제공하며 도시 교통망 개선을 위한 지상의 인프라 확장을 요구하지 않는다. UAM을 통한 환경적 및 사회적 비용 감소는 지역사회 발전에 큰 이점이며 정보 제공과 투명한 소통으로 UAM에 대한 긍정적인 시각과 수용성을 높이는 노력이 필요할 것으로 예상된다.
도서 지역 운영을 위한 보조금 지급	UAM은 도서 지역의 교통 편의성을 제공하며 접근성을 용이하게 할 수 있다. 전통적인 교통수단으로 접근하기 어려운 지역도 효율적으로 연결이 가능하며 동시에 지역의 경제적 발전도 촉진할 수 있다. 특히 섬과 섬간의 연결은 주민의 편의성을 크게 제고할 것이며 생활권의 범위를 크게 확장 가능할 것이다. 지역사회와 공공의 이익을 위해 도서지역에서 UAM을 운영하기 위해서는 정부 및 지방단체의 지원과 보조금 제공이 필요하다고 예상된다.



Working Group 소개

제주항공

주식회사 제주항공은 2005년 설립 이후 정기 항공운송사업 면허를 취득하고 합리적인 가격정책으로 항공 여행의 대중화를 실현하였다. 제주항공은 LCC 선두주자로서, LCC 최초 비즈니스 라이트 좌석 운영과 화물기 도입으로 국내 항공 업계에 지속적인 혁신을 일으키고 있다. 이처럼 항공업계에서의 혁신을 이어, 도심항공교통에서도 “항공”에 가치를 더하다라는 비전을 가지고 항공운송사업자로서 안전하고 고객 중심적인 UAM 생태계 구축에 기여하기 위해 노력하고 있다. 제주항공과 관련된 정보는 www.jejuair.net 에서 확인 가능하다.

Eve Air Mobility

Eve is dedicated to accelerating the Urban Air Mobility ecosystem. Benefitting from a start-up mindset, backed by Embraer S.A.’s more than 50-year history of aerospace expertise, and with a singular focus, Eve is taking a holistic approach to progressing the UAM ecosystem, with an advanced eVTOL project, comprehensive global services and support network and a unique air traffic management solution. Since May 10, 2022, Eve is listed on the New York Stock Exchange where its shares of common stock and public warrants trade under the tickers “EVEX” and “EVEXW”. For more information, please visit www.eveairmobility.com.

자문위원

장효석 한서대학교 항공교통물류학과 교수/이학박사

References

Aviation Meteorological Office. (2022, June 16) 2017~2021 Aeronautical Climatological Information. Aviation Meteorological Office.

Retrieved September 20,2023, from <https://amo.kma.go.kr/weather/stat/airport-climate.do>

Aviation Meteorological Office. (2021, December 10) Jeju International Airport windshear leaflet. Aviation Meteorological Office.

https://amo.kma.go.kr/servlet/kamaboard?mode=download&bid=data&num=78&fno=1&callback=https%3a%2f%2famo.kma.go.kr%2fdata%2fpds.do&ses=&k=ATC202112101417011_SuZDpiPcgMN8Sc9N24Q5.pdf

Retrieved September 20,2023, from <https://amo.kma.go.kr/data/pds.do?bid=data&mode=view&num=78&page=1&field=&text=>

Aviation Meteorological Office. (2021, December 10) Jeju International Airport windshear leaflet. Aviation Meteorological Office.

https://amo.kma.go.kr/servlet/kamaboard?mode=download&bid=data&num=78&fno=1&callback=https%3a%2f%2famo.kma.go.kr%2fdata%2fpds.do&ses=&k=ATC202112101417011_SuZDpiPcgMN8Sc9N24Q5.pdf

Retrieved September 20,2023, from <https://amo.kma.go.kr/data/pds.do?bid=data&mode=view&num=78&page=1&field=&text=>

European Union Aviation Safety Agency. (2022). Prototype Technical Specifications for the design of VFR vertiports for operation with manned VTOL-capable aircraft certified in the enhanced category (Vol. PTS-VPT-DSN). European Union Aviation Safety Agency. <https://www.easa.europa.eu/downloads/136259/en>

Jeju Special Self-Governing Province. (n.d.). (···). (···) – Wiktionary. Retrieved August 28, 2023, from <https://www.jeju.go.kr/cfi/index.htm>

Jeju Special Self-Governing Province. (n.d.). Jeju achieves 3 UNESCO crowns!. Jeju Special Self-Governing Provincial office. Retrieved September 20, 2023, from <http://www.jeju.go.kr/jejuwnh/unesco/triple.htm>

Jeju Special Self-Governing Province. (2023, February 24). Statistics on tourist entering Jeju Island in December 2022. Jeju Special Self-Governing Province. Retrieved September 20, 2023, from <https://www.jeju.go.kr/open/open/iopenboard.htm?act=view&seq=1406373>

- Jeju Special Self-Governing Province. (2022, June 30). Jeju Island promotes use of electric vehicle charging infrastructure and convenience by expanding. Smart City Korea. Retrieved September 6, 2023, from <https://smartcity.go.kr/en/2022/06/29/%EC%A0%9C%EC%A3%BC%EB%8F%84-%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8-%EC%B6%A9%EC%A0%84-%EC%9D%B8%ED%94%84%EB%9D%BC%C2%B7%ED%8E%B8%EC%9D%98-%ED%99%95%EB%8C%80%EB%A1%9C-%EC%9D%B4%EC%9A%A9-%ED%99%9C%EC%84%B1/>
- Jin, H. J. (2023, April 18). (LEAD) Over 160 flights canceled on Jeju Island due to strong winds. Yonhap. <https://en.yna.co.kr/view/AEN20230418002751315>
- Kim, J., Kim, H. G., & Park, H. D. (2016, June 30). Surface Wind Regionalization Based on Similarity of Time-series Wind Vectors. Asian Journal of Atmospheric Environment, 10(2), 80-89. https://asianjae.org/_PR/view/?aidx=19044&bidx=1490
- Korea Airports Corporation. (2019). 목록 Information for Airports < Cyber PR | Korea Airports Corp(영문). 한국공항공사. Retrieved August 28, 2023, from https://www.airport.co.kr/wwweng/cms/frCon/index.do?MENU_ID=500#
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2023, September 6) ENR 1.4 ATS AIRSPACE CLASSIFICATION AND DESCRIPTION. Aeronautical Information Publication. Retrieved September 20,2023, from <https://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2023-09-06-AIRAC/html/index-en->
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2023, September 6) AD 2.22 FLIGHT PROCEDURES. Aeronautical Information Publication. Retrieved September 20,2023, from <https://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2023-09-06-AIRAC/html/index-en-GB.html>.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (n.d.) e-Terrain and Obstacle Data. Aeronautical Information Management. Retrieved September 20,2023, from <https://aim.koca.go.kr/google/sdoViewMap3.jsp>.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2023, September 6) AD 2.22.2 FLIGHT PROCEDURES FOR VFR FLIGHTS WITHIN JEJU TMA. Aeronautical Information Publication. Retrieved September 20,2023, from <http://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2023-09-06-AIRAC/html/index-en-GB.html>.
- Santha, N., Wood, G., & Streeting, M. (2021). Advanced Air Mobility — Cost Economics and Potential. L.E.K. Consulting. <https://www.lek.com/sites/default/files/PDFs/2306-Advanced-Air-Mobility.pdf>

Jeju Air X Eve Air Mobility

제주도 운용개념서 1.0

JEJUair

EVE

Jeju Island Concept of Operations 1.0

By: Jeju Air & Eve Air Mobility

English Translated Version



Cover Image. Note. From *Jeju Island Concept of Operations 1.0*, by Jeju Air, 2023

JEJUair

EVE

Forward – Jeju Air

Aviation is a key pillar of science and technology that has developed rapidly since the last Industrial Revolution, quickly establishing itself as the fastest, most efficient means of transport that ensures freedom of mobility we enjoy today. However, the reality of operating large jet aircraft is the need for extensive ground infrastructure like runways, high carbon emissions from the burning of fossil fuels, and the issue of noise. With the introduction of electric vertical take-off and landing aircraft, there is optimism that Urban Air Mobility (UAM) would be able to overcome current limitations of traditional aviation in the near future.

Many countries and organisations around the world are actively conducting research and development activities on various aspects of the UAM ecosystem. The national government of South Korea has taken the lead in establishing all necessary institutional and environmental frameworks by expanding joint public private sector participation in realising UAM. In line with government policy, major local governments in Korea have designated and promoted UAM as a key development project for the future of transportation.

Jeju Island is famed for its great natural beauty and is one of Korea's top tourist destinations, making it a key candidate for the development of UAM in facilitating sustainable, zero emissions travel. As noted in our published Concept of Operations (ConOps), Jeju Island was identified as a top priority from operations research into various regions. Being the home airline, Jeju Air intends to build UAM services on the island and promote this domestically and internationally.

The safety and commercial feasibility of UAM air operations depends on understanding the unique operating environment and also the importance of careful site selection. Jeju Air popularised mass air travel as Korea's number one LCC, and we intend to expand on this concept of 'Total Air Mobility' with the introduction of UAM. The value of sustainable flight services will be important in our efforts to enhance public awareness and support for this future means of transportation.

Additionally, Jeju Air continues to conduct research on the application of new technologies through collaboration with domestic and international organisations. Currently, our UAM aircraft evaluation efforts include OEMs from the United States, Brazil, Germany, Japan and Korea. This Jeju ConOps is the outcome of a joint working group with Eve Air Mobility, a leading global aircraft manufacturer and UAM solutions provider. The research is focused establishing the primary business and operational case for the safe commercialisation of UAM in Jeju Island. With any introduction of novel technology solutions, considerable trial and error can be expected. However, Jeju Air is committed to boldly challenging the future with our vision of bringing new value to aviation through UAM. Thereby contributing to the development of Jeju Island's air transportation industry and promoting balanced regional jobs and economic growth.

Thank you,

Kim Lee Bae
CEO

2023.11.17

Forward - Eve Air Mobility

The Government of Korea has demonstrated a clear ambition and commitment to develop Urban Air Mobility as a national priority. Together with leading national and private organizations, significant progress has been achieved in making the vision of K-UAM a reality. This desire to introduce sustainable, zero emissions air travel extends nationwide, especially in Jeju Island. As Korea's foremost tourism destination, there is no shortage of bold ideas and suggestions for how UAM will emerge over the skies of Jeju. A clear question at this point would be: "What are the next steps, and how do we start?"

To address this query, Eve Air Mobility is proud to partner with leading low-cost carrier Jeju Air to develop the technical and commercial business case for UAM operations in Jeju. Our team provides world leading expertise together with Embraer's more than 54+ year history of aerospace excellence which has helped Eve achieve a diversified UAM customer backlog currently standing at 2,850 eVTOL orders.

While eVTOL designs and infrastructure regulations are in various stages of development, our entry-into-service preparation will require contributions from commercial, technical and operational leaders that will drive key decision making. These inputs, together with the unique insights from our partners at Jeju Air, Eve will provide a strong business case that should benefit a growing population of passengers that aspires to increase accessibility of this service for all. We share a common goal to accelerate the safe development of eVTOLs in Korea, and look forward to a long and collaborative partnership with Jeju Air.

David Rottblatt

Vice President
Sales, Marketing and
Government Affairs

I. Background of the document

Taking reference from current aviation management and operational experience, Jeju Air established the UAM STANDARD OPERATION MANUAL (USOM) in 2022, which details working procedures in five areas:

1. Operations
2. Operations control
3. Maintenance
4. Transportation
5. Safety and security

The USOM acts as a guide for developing UAM concepts and business procedures that defines the entire operational system.

This ConOps aims to expand public awareness for UAM, at the same time drive meaningful commercial research and foundational development for an operational UAM system. Lastly, by examining expected operational scenarios and potential business models, build on experience drawn from developing USOM.

II. Purpose of the document

This document presents the results of a joint study in the form of a white paper by Jeju Air and Eve Air Mobility. By combining the expertise of both companies and using Jeju Island as a case study, the study evaluates the UAM market and ecosystem unique to Korea's operating environment. In addition, the document aims to help build social acceptance, by building awareness and information on the future of air mobility.

III. Subject of the document

This document was written for all stakeholders interested in developing the UAM industry, especially awareness amongst the wider public who will be future customers and leaders of future air mobility.

IV. Reason for selecting Jeju Island

UAM is a new transportation system that can be operated widely in many cities. Many local governments in Korea are also accelerating efforts to introduce eVTOLs as a novel means of transportation. To help drive implementation planning, Jeju Air and Eve Air Mobility have reviewed the operational and commercial suitability of UAM for various domestic markets. Jeju Island was selected in this research paper for its climatic conditions, volume of domestic travel and status as Korea's top tourist destination.

V. Scope of the document

This document details the perspectives of an operator and aircraft manufacturer of initial UAM operations. Following the context of piloted eVTOLs under visual flight rules (VFR), as presented in the Korean Urban Air Mobility (K-UAM) technology road map and operating concept document 1.0. Details from this ConOps paper may change depending on technological development and enacted legislation.

VI. Survey and field visit

In preparation for this project, Jeju Air and Eve Air Mobility conducted a market survey through Jeju Air's official website for two weeks to educate and discover public awareness of UAM along with preferred service model. The survey targeted a diverse range of Jeju Air member segments familiar with air travel, with a total of 6,440 respondents. In addition, all efforts were made to systematically review and investigate operational feasibility through a field trip to Jeju Island.

Acronyms

AAM: Advanced Air Mobility
AGL: Above Ground Level
AIP: Aeronautical Information Publication
ATC: Air Traffic Control
ATM: Air Traffic Management
CFI: Carbon Free Island
CNSI: Communications, Navigation, Surveillance and Information
eVTOL: Electric Vertical Take Off & Landing
FATO: Final Approach and Take Off
IFR: Instrument Flight Rules
KCAB: Korea Civil Aviation Bureau
K-UAM GC: Korea UAM Grand Challenge
MCS: Megawatt Charging System
METAR: Meteorological Aerodrome Report
MOA: Military Operations Area
MOLIT: Korea, Ministry of Land, Infrastructure and Transport
NOTAM: Notice to Airmen
OEM: Original Equipment Manufacturer
OFV: Obstacle Free Volume
PIC: Pilot in Command
TAF: Terminal Aerodrome Forecasts
UAM: Urban Air Mobility
UATM: Urban Air Traffic Management
UATMSP: Urban Air Traffic Management Services Provider
UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
VFR: Visual Flight Rules

Contents

	Page
1. Introduction to UAM	1
2. Possible 'Day 1' Jeju Island UAM Missions	2
3. Jeju Island UAM Operating Environment	4
4. Jeju Island Airspace	7
5. Jeju UAM Market and Route Analysis	10
6. Community and Tourism Benefits	11
7. Passenger Journey Recommendations	14
8. Vehicle Journey Recommendations	18
9. Operation Control Recommendations	23
10. Operational Risks and Suggestions	25
11. Key Insights and Suggestions	28
12. About the Working Group	31

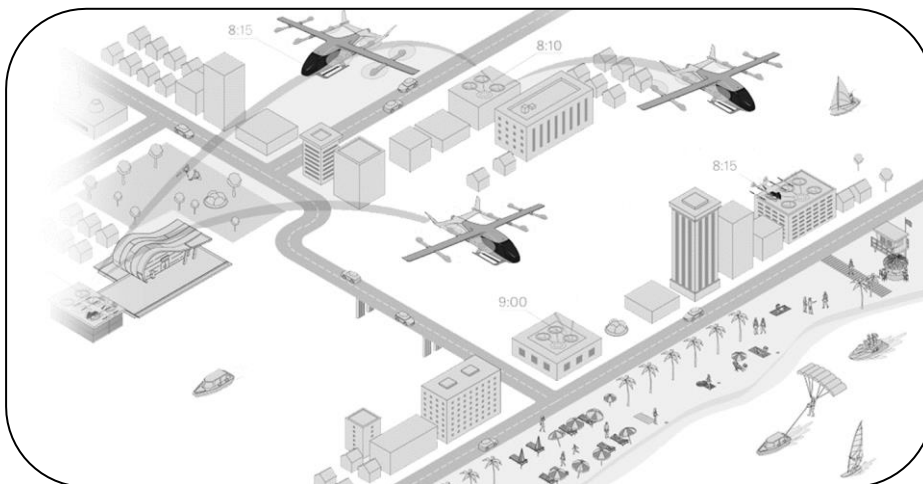
1. Introduction to UAM

Rapid global urbanisation has led to increasing environmental and socioeconomic pressures that require new solutions and technology. UAM has gained great prominence in recent years due to its potential as a disruptive new mode of transport that can transform urban mobility in the 4th industrial revolution. Being able to take off and land vertically using electrical propulsion, it brings promise of a rapid, quiet and sustainable transportation system able to address the world's urban mobility challenges.

Active research and development for UAM is ongoing globally on a national and corporate level. The South Korean government enacted the Urban Air Traffic Act, and formed UAM Team Korea (UTK), a consultative committee involving national public and private organisations to drive industry development. In June 2020, the government published its K-UAM Roadmap and K-UAM Concept of Operations 1.0, detailing steps on commercialising UAM for the domestic market. Along with a technology demonstration project named K-UAM Grand Challenge that will run from 2024 to 2025.

UAM vehicles are expected to be certified and operated at the same level of safety and professionalism as commercial aviation. Further ecosystem development of ground support infrastructure like vertiports, maintenance services and UATM solutions are needed to safely manage the growth of UAM flights in low level airspace. Initial UAM flights are therefore expected to be tourism related, gradually moving to air mobility and airport shuttle services depending on evolving market demand.

A typical 'Day 1' operation is expected to consist of piloted eVTOLs able to uplift 1 to 5 passengers at ranges up to 100 kilometres on a single charge. A high level of automation is expected to enhance safety, the eVTOL operator will be aided by multiple fly by wire computers and digital controls able to provide Simplified Vehicle Operations (SVO). This may be augmented with ground-based control systems like UATM to manage optimal route trajectories, vertiport slot reservations, that balance safety and energy efficiency during the flight.



Network of vertiports, from Eve Air Mobility, 2023.

Given this perspective, Jeju Island is believed to be one of the most suitable locations for UAM operations and of key interest for several K-UAM Grand Challenge consortiums in

recent times. However, implementing UAM services in the near future will be a challenging task that will likely require a whole-of-government approach. This includes regulatory authorities like KOCA who are involved in type certification, working with MOLIT on ecosystem standards and state government authorities on land use and electrical infrastructure.



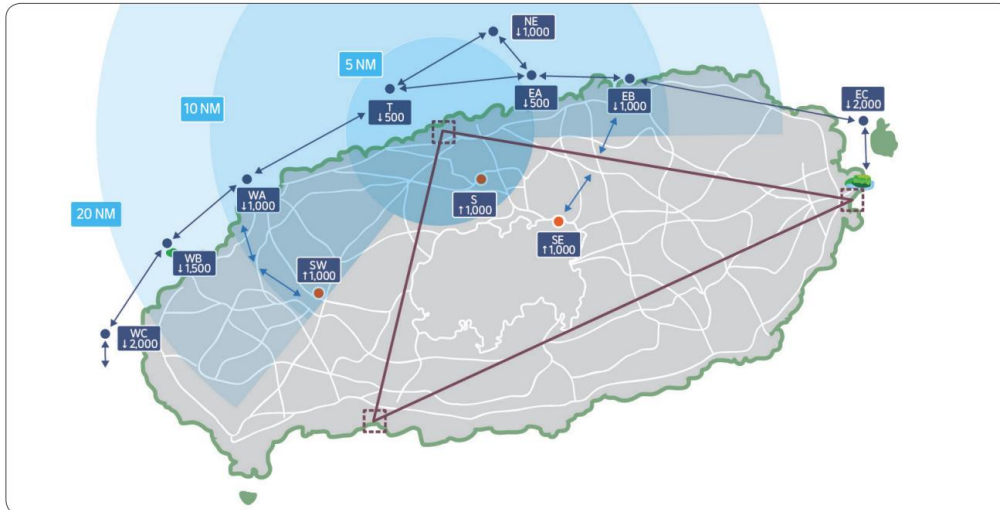
Transiting over Marado, from Eve Air Mobility, 2023.

2. Possible 'Day 1' Jeju Island UAM Missions

Jeju Air and Eve (Working Group), have conducted a special Jeju Island Market Study to investigate traveller and public sentiment on UAM services. Some of the findings from this study will be published here in the white paper for open reference. The Working Group has also referenced the 2040 Jeju Self Governing Province Master Plan to review suitable vertiport sites and routes that will offer maximum benefit to the public.

Based on our studies, a multi-year phased approach is suggested for implementing UAM in Jeju Island.

- a. Phase 1: Scenic Flights servicing major tourism sites in Seongsan, Marado/Udo region
- b. Phase 2: Inland Mobility Flights connecting major tourism sites, cruise terminals and regional town centres
- c. Phase 3: Airport Shuttle Flights from Jeju International Airport (CJU) to major tourism sites and regional town centres



UAM Business Routes. Note. From *Jeju Island Concept of Operations 1.0*, by Jeju Air, 2023.

Scenic flights in Phase 1 will offer spectacular views of major tourism sites, including natural areas currently not easily accessible to visitors. These flights will open possibilities for high end leisure and sustainable ecotourism with minimal environmental impact. At least 34% of respondents in the Jeju Air market survey indicated that they would like to experience sightseeing Flights as a UAM service on the island. Such UAM operations are also relatively easy to implement, and will help introduce electric aviation to the wider Jeju public. Visitors, residents and businesses in Jeju Island will be able to experience the future of electric flight themselves, assess the sound profile and potential opportunities of UAM.



Transiting by Mount Hallasan, from Eve Air Mobility, 2023.

The outcome of Phase 1 will be important to gain community acceptance for further expansion of UAM mobility services in Phase 2. In line with the local government's push for regional development, UAM services can provide transport connectivity at relatively low cost and with minimal environmental impact. Jeju Island already has a large electric vehicle charging network, along with electric public buses. eVTOL vertiports complement this infrastructure and would help accelerate the development of sustainable power generation critical to achieve the goals in Carbon Free Island Jeju 2030 (Jeju Special Self-Governing

Province, n.d.). Unlike high-cost infrastructure projects like railways or expressways, UAM infrastructure like vertiports are able to scale easily as demand grows with regional development. This includes infrastructure that will experience seasonal peaks in demand, like Seogwipo's Gangjeong Cruise Terminal. Additionally, UAM flights also retain huge sightseeing potential in addition to the transportation provided.

Phase 2 will likely involve connecting the vertiports developed in phase 1, and other major regional centres on Jeju Island to provide fast and convenient air mobility services. Enabling such operations will involve the development of UAM procedures and technology for air corridors, vertiport resource management and UATM. Experience and data from this phase will help planners address the challenges of integrating UAM operations in high traffic areas like Jeju International Airport. This includes approach and departure procedures, safe separation, shared situational awareness with commercial aviation and ATM integration that may be required for Phase 3.

The commencement of airport shuttle services in Phase 3, will connect Jeju International Airport, with likely major tourism vertiports in Jungman, Seongsan, Marado and Udo. Airside transit operations may even enable passengers to connect on UAM to their final destination without additional screening. As operations and infrastructure technology matures, simultaneous take off and landings may occur in complex airspace with a high level of digital information exchange between stakeholders.

It is expected that the success of UAM operations in Jeju, may only happen if issues are resolved incrementally taking to account current technological development and social acceptability. UAM is envisioned to provide tourists and residents an alternative to increasing traffic congestion, thereby adding value to all on Jeju Island. Enabling this dream will require great collaborative effort from every stakeholder to overcome difficult challenges.

3. Jeju Island UAM Operating Environment

Overview

Jeju Island is located south of the Korea peninsula and is a top tourist destination. Visitors arrive all year round from home and abroad drawn to its warm climate and exceptional natural beauty. The island was created by volcanic activity and currently is the world's only UNESCO Triple Crown region with UNESCO Natural Heritage ('07), World Geopark ('10), and Biosphere Reserve ('02). Jeju is approximately 1,847 square kilometres in area with a resident population of over 700,000 (2022). (Jeju Special Self-Governing Province, n.d.) Every year, more than 12 million (Jeju Special Self-Governing Province, 2023) tourists visit the island through Jeju International Airport and Jeju International Ferry Terminal. According to the survey results, 91.8% of respondents have visited Jeju Island at least once in the past three years.

In 2012, Jeju Island announced its Carbon Free Island 2030 policy (CFI 2030) to boost development of the green technology industry and transform Jeju into a carbon-free island. Through this policy, renewable electrical generation and ground infrastructure like electric vehicle charging stations have been built. Such reform of Jeju's electrical grid will help enable the development of an ecosystem able to support UAM operations. Being a special self-

governing province with autonomous legislative powers, regulatory agencies are able to address UAM issues more easily.



Jeju Island. *Note.* From *Jeju Island Concept of Operations 1.0*, by Jeju Air, 2023.

The working group has studied key characteristics of the operating environment that will affect future UAM flights.

Initial 'Day 1' operations are expected to be greatly influenced by environmental factors, in particular weather along the operating route. Depending on real time conditions, it may be necessary to adjust aircraft routings and trajectories. If necessary, flights may be cancelled, delayed, or diverted to alternative landing locations for passenger safety. Given the restrictions of operating under VFR at EIS, visibility conditions, wind intensity and ceiling heights will be key risk factors for flight operations. The management of safe separation in low level airspace under these conditions will also have to be ensured. Operators and OEMs have the important task of evaluating whether the chosen aircraft type has the appropriate performance and equipment for safe operations based on local weather and climatic conditions.

Environmental effects that will affect 'Day 1' UAM Operations

	Visibility	Ceiling	Wind	Temperature	Adverse Conditions (Snow/Rain)	Sunrise/sunset
Impact	VFR operations	VFR operations	Limits flight operations	Affect the performance of the aircraft	Limits flight operations	Limits flight operations
Reference	VIS 5,000m 1,500-800m*	CIG 1,500ft	Depends on aircraft performance	Depends on aircraft performance	Depends on aircraft performance	Daytime Only

**If compared with helicopters due to speed below 140 kt and hover capacity approved by the Civil Aviation Authority.*

The table above describes the expected weather and climatic environment at Jeju International Airport using three years of meteorological data from the Korean Aerospace Meteorological Administration. The administration releases hourly information inside their Meteorological Aerodrome Report (METAR). In general, the average annual temperature on Jeju Island 16 degrees, and the average annual wind speed is observed to be around 8 kt. Seasonal changes should be expected due to annual southwest and southeast monsoons in summer, and strong northwest monsoon effects in winter. Annually there were 46 days where cloud cover was oktas 5 or higher (< 1,500ft), and 23 days where the ceiling was less than 1,500ft. The average annual precipitation in Jeju is 320mm, which is attributed mainly to tropical storms. Most precipitation occurs during the rainy season in the third quarter, when the cold air mass from the Sea of Okhotsk interacts with the hot and humid stream from the North Pacific forming a stagnant front. Otherwise, the climate is generally mild and relatively stable all year round, highly suitable for UAM operations.

제주공항 5개년 평균 기상 DATA (2017 ~ 2021)												
	JAN	FEB	MAR	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
시정 (5000m(일))	10.6	8.4	10.6	8.6	14	15.2	11	7.6	10.2	3.4	4.6	5.4
운량 5/8 이상 최저운저고도 (1500ft (일))	0.2	0.6	1.8	1.8	6	6	2.6	0.2	2.6	1	0.4	-
기온(°C)	6.3	7.2	10.4	14	18.2	21.5	26	27.6	23.2	18.5	13.3	8.1
풍속(KT)	8.5	8.7	8.2	8	7.5	6.9	8	8	8.9	7.8	7.3	8.3
강수량(mm)	314.8	209.3	346	327	313.5	722	884	1031.5	1709	816.5	161	221

Airport climate data. Source: Aviation Meteorological Office. (2022).

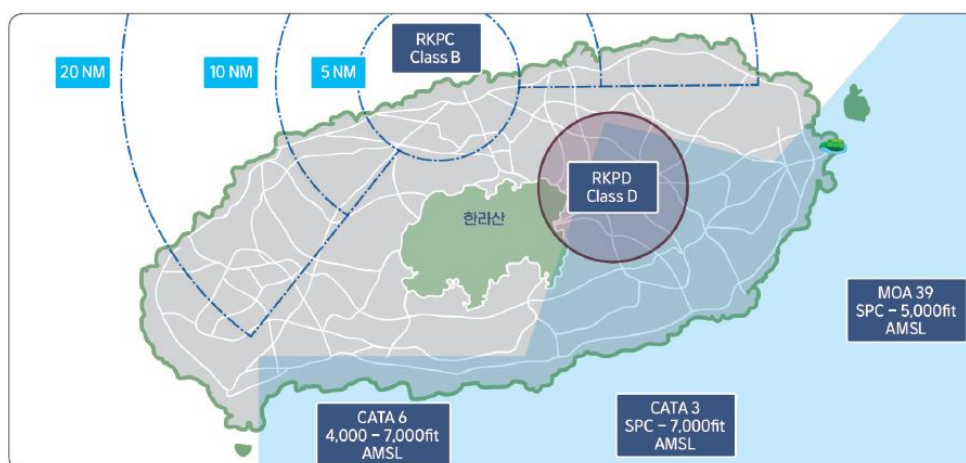
Geographical features of Jeju Island

Jeju has unique topographical characteristics dominated by Hallasan Mountain, which is located centrally on the island and rising approximately 2,000 meters above sea level. This

often results in differences in temperature and precipitation between different parts of the island. Weather conditions upwind and downwind may differ when southerly breeze blows past the mountain, splitting in multiple directions leading to instances of wind shear. (Aviation Meteorological Office, 2021). Careful route planning for inland flights incorporating such information is required.

4. Jeju Island Airspace

Airspace over Jeju consists of controlled airspace Class B, Class D and, Class G for uncontrolled airspace. Jeju International Airport (RKPC) control zone experiences high density traffic consistently, including arrival and departures from Y711/Y722 routes operated as Class B together with Incheon International Airport and Gimpo International Airport. Jeongseok Airport (RKPD), where aircraft training is actively conducted is operated as Class D, with all other airspace is classified as Class G. Additionally, Jeju Island has dedicated training airspace noted CATA 3 and 6 (Civil Aircraft Training Area), and a MOA (Military Operation Area) to the east. Referring to Aeronautical Information Publications (AIP) from MOLIT, below is a diagram summarising Jeju Island's airspace.



Jeju Island airspace. Note. From *Jeju Island Concept of Operations 1.0*, by Jeju Air, 2023.

Based on the AIP, airspace within 5NM miles around Jeju Airport from ground to 10,000ft, expanding outwards from 5NM to 10NM covering 1,000ft to 10,000ft, and finally from 10NM to 20NM at altitudes of 2,000ft to 10,000ft is designated as Class B controlled airspace. ATC services are provided to all aircraft under both IFR/VFR, with approval required from the controller is to enter this airspace, after which mandatory two-way communication is maintained till the aircraft exits the area or lands at RKPC.

In the case of Class D airspace over RKPD, this extends out to a radius of 5 NM up to an altitude of 3,000 feet AGL. ATC services are not provided to aircraft flying VFR, but traffic information (Traffic Alert) is provided to prevent aircraft collisions. Similar to Class B airspace, approval from the controller is required to enter, and mandatory two-way communication is required when operating in the area.

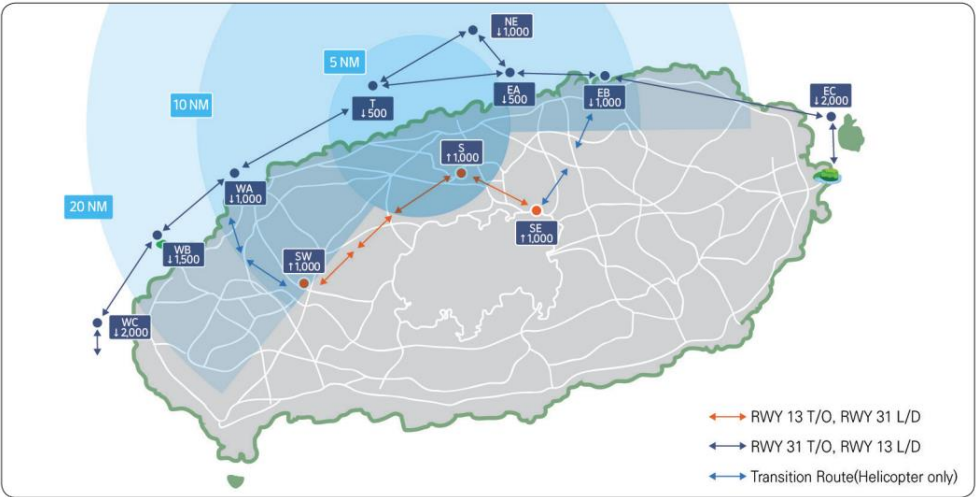
For uncontrolled airspace and flights below 1,000 feet AGL, only flight information services are provided with the possibility of additional considerations. For instance, Article 199 of the Aviation Safety Act (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2023) for overflights above urban areas stipulates that aircraft must fly at an altitude at least 300 m (1,000 ft) above the highest obstacle within a horizontal distance of 600 m. In non-built-up areas, the aircraft must fly at an altitude of 300 m (1,000 ft) above the ground/water level. Otherwise, a minimum altitude of 150 m (500 ft) above the top of the highest obstacle is required.

- **밀집지역** 항공기를 중심으로 수평 거리 600m 범위 안의 지역에서 가장 높은 장애물의 상단에서 300m (1,000ft)의 고도로 비행
- **밀집지역이 아닌 지역** 지표면/수면 또는 물건의 상단에서 150m (500ft) 고도로 비행

Aviation Safety Act Enforcement Rule Article 199: Minimum Flight Altitude. (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2023)

Initial ‘Day 1’ operations are expected under VFR with a cruise altitude of 300-600m (1,000-2,000ft). For UAM flights departing, landing or transiting through controlled airspace, compliance with existing ATC procedures would be necessary for safe separation between all airspace users comprising of commercial, military and general aviation (aircraft, helicopters, etc.). Coordination is required to ensure ATC is aware of the unique flight characteristics of individual eVTOLs, and energy considerations of hovering for extended periods of time.

Below is a diagram illustrating the visual flight reporting points (VFR Reporting Points) and inbound/outbound routes and altitudes established with reference to the helicopter visual flight procedures contained in AIP AD 2.22 RKPC flight procedures.



* S/SE/SW = Helicopter use only in case of special mission, medical service, ACFT performance, weather condition(tailwind etc.).

Visual reporting points. *Note. From Jeju Island Concept of Operations 1.0, by Jeju Air, 2023.*

All VFR reporting points are noted in red or blue points along stipulated VFR helicopter routes. Typically, rotorcraft VFR flights originating from Jeju International Airport, take off using RWY 31 (northbound), gradually climbing to altitude towards their destinations via eastern or western routes following the yellow reporting points. In general, departures using RWY 13 (southbound) is prohibited, unless under special circumstances and subject to ATC approval. This may include special mission flights, emergency medical services, restrictions from aircraft performance or meteorological limitations (tail wind). For southbound departures, the aircraft would climb to 1,000 feet and head towards a red reporting point (red dot) located in the southeast or west.

General Information	Maintain two-way communication Receive permission to enter Class B airspace except 1) When landing and departing via VFR Reporting Points 2) To transit through Jeju Control Zone
VFR Wx Minima	Visibility : Not less than 5km (3sm) Ceiling : At or above 450m (1500ft)
RWY 13 Take off	1) Climb at or above 1,000ft until leaving airport boundary 2) Direct to "S" and then proceed to direction of destination via VFR reporting points *Permission required
RWY 31 Landing	1) Shall contact Jeju TWR prior entering "SE" "SW" 2) Obtain permission to land at the timing of entering "S" 3) Maintain at or above 1,000ft until entering airport boundary 4) Land at the aiming point marking of the RWY 31

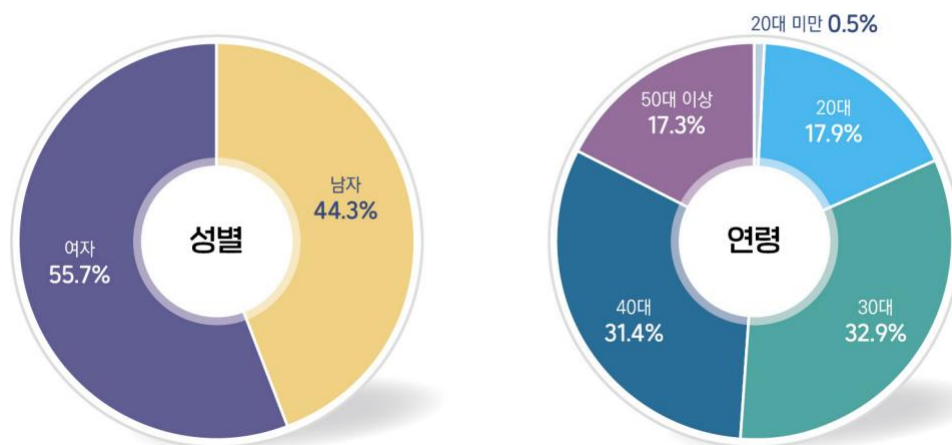
The VFR operating procedures established around Jeju International Airport are expected to permit UAM aircraft operating at altitudes of 300-600 m (1000 ft-2000 ft) using current rotary wing flight procedures. However, considering UAM vehicle flight characteristics that include high systems redundancy, VTOL capabilities and lower in noise footprint, this should make southbound departures more feasible to the authorities. There are no pre-established VFR flight procedures in airspace other than Jeju Airspace Class B. However, to fly within the civilian training area (CATA) and military operations area (MOA), operators must fill out an airspace use report, obtain permission, and have a flight plan to transit the relevant airspace.

Even though UAM aircraft could use existing rotary wing VFR routes and procedures, special considerations need to account for energy usage and unique flight characteristics for eVTOLs. This may include direct flight trajectories, pre-defined UAM corridors for airspace segregation and pre-clearance to avoid long duration hovering. Such measures will help ensure safe sharing of low-level airspace with other aircraft using the existing ATC structure.

5. Jeju UAM Market and Route Analysis

With the context of this white paper focused on 'Day 1' operations, the Working Group carefully evaluated various market segments likely to consider using initial UAM services. Reviewing the possible customer journeys from the booking touch point to disembarkation, we determined that the profile of such a customer is likely to be someone who heavily values time and convenience during their travel. A market survey was therefore conducted to confirm this assumption with Jeju Air's large customer base.

Referencing the market survey report, a total of 6,440 unique responses were received. Of which 5,629 were recent visitors to Jeju Island, and 282 from residents. The survey was promoted on Jejuair's website, social media feed and EDM to cover as many demographic segments as possible. Being a voluntary survey, those who made an effort to respond are assumed likely to be interested in UAM, and therefore should be a part of the initial target market. In general, the survey was successful in reaching a wide spectrum of customer segments:



Survey results. *Note.* From *Jeju Island Concept of Operations 1.0*, by Jeju Air, 2023.

The respondents indicated that price (30.4%), convenience (29.6%), ease of transfer (20.2%) and fast travel time (13.2%) as top factors for them to use UAM. This corresponds closely with our assumed initial customer profile. With operational cost estimations provided from Eve, the Working Group was able to further refine the likely target market by filtering only those who spend in excess of KRW500,000 per person excluding their air ticket fare, and who travel in groups of up to 2 passengers.

At least 90% of the respondents also used car transport to travel around Jeju Island, therefore the study examines the likely probability of this initial market segment making a mode switch from cars to UAM transportation using utility values calculated from customer factors with a binary logistic model.

Using the model described above, all 3 routes stated in phases 1,2 and 3 were polled for responses on main customer factors based on information on expected ticket price vs potential time savings from driving. By varying the price variable and keeping all others

constant, the end result was generating demand to price curves representing each route for further analysis.

Here is a summary on the results for 'Day 1' type operations:

Phase	Route	Potential Demand (Passengers/Year)	Remarks
1	Seongsan Ilchubong Scenic Flight	32,800 - 47,000	Depending on fare level
2	Jungman to Seongsan Inland Transportation Flight	29,500 - 42,000	
3	CJU Airport to Jungman Shuttle	8,400 - 13,000	

The Working Group recognises that initial low volume operations would likely mean higher average fares for the consumer, and therefore kept the model assumptions conservative to better represent likely outcomes. Unlike existing forms of transport, UAM has built in scope for unit costs to moderate over time. This includes economies of scale from increasing fleet size, and in the long-term benefit from technological improvements to batteries and the possibility of autonomous flight.

6. Community and Tourism Benefits

If UAM is to take off over the skies of Jeju Island, it should impact and benefit the local community positively. The working group's vision for UAM is aligned with the CFI 2030 goals set by the Jeju government, which is focused on providing a competitively priced, sustainable and zero-emissions form of air transport, that will raise the overall quality of life and enhance the city's tourism appeal.

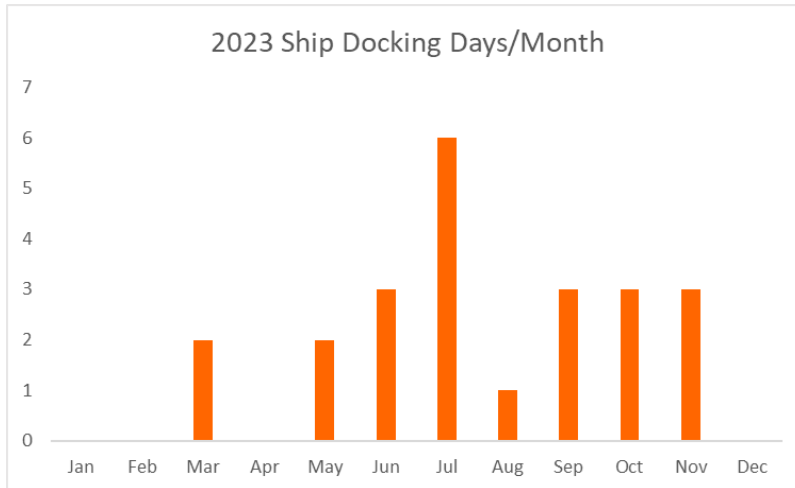
Transportation network can be expanded with minimal infrastructure construction

Because UAM can perform vertical take-off and landing, development costs are expected to be significantly lower than typical rail and regional airport construction. Ground infrastructure development according to the government's urban development plan is generally constructed with investment ahead of demand. Construction of new railway lines and highways requires extensive land development and forest clearance, causing immediate and long-term impacts on society and the environment and causing inconvenience to daily life.

However, the infrastructure needed by UAM is different from existing transportation systems. UAM does not require rebuilding the sky or installing physical road structures in the air. The airspace is three-dimensional and provides an unlimited range that can be expanded, enabling rapid network expansion as the number of UAM operations increases, and the air route can form and easily expand new air routes to accommodate the increasing traffic volume, allowing Vertiport and Organic connection is possible.

Additionally, the vertiport on the ground can be built in various sizes in the form of a modular structure that can change over time. Vertiports will be especially useful for existing

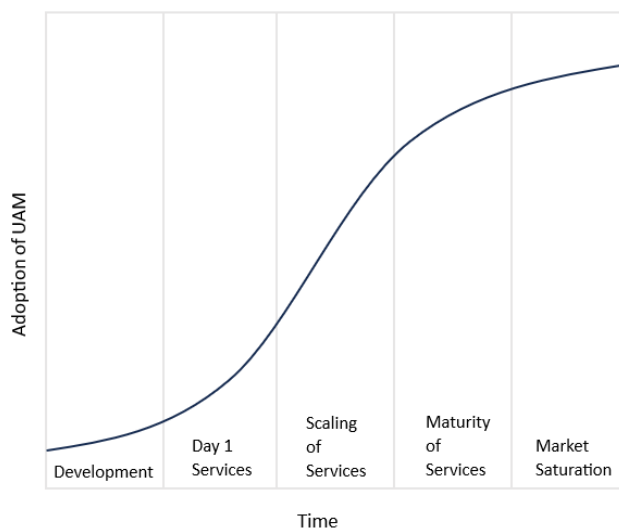
facilities that experience temporary surges in visitor numbers. For example, in the case of Gangjeong Terminal, it is highly dependent on the cruise berth schedule, and demand is expected to surge in the short-term during ship departure times, and there is no demand in the winter when there is no berth schedule.



2023 Ship docking schedule at Gangjeong Cruise Terminal

Low-cost infrastructure that evolves quickly with demand, is likely to result in lower fares for future passengers, facilitating better utilisation vital for any business case.

However, following recent observations on the introduction of new technology, initial volume of UAM flights at the time of commercialization is expected to be low, but it is expected to scale exponentially over time with development of advanced battery technology paired with moderation of unit costs from economies of scale.



Projected adoption rate of UAM Services in Jeju

Acceleration of electrical charging grid in Jeju

With CFI2030, Jeju aims to be a global benchmark for sustainable development by developing renewable energy generation and the switch to electric vehicles. According to Smart City Korea, the Jeju Provincial Future Strategy Bureau has established an ordinance on the promotion of development and distribution of eco-friendly vehicles (Jeju Special Self-Governing Province, n.d.). This has led to a significant growth in EV charging infrastructure all over Jeju Island, and associated electrical infrastructure development that paves the way for electric aviation.

Many of these charging stations are already supporting a large number of DC rapid chargers over 100kW in power. Future eVTOLs are expected to use MCS for charging, which is currently under development and likely to be adopted as standard for larger electric vehicles in the near future. A good example will be new electric buses that will eventually enter service, adding to the existing fleet in both Jeju and Seogwipo city.

Electrification is a key enabler for Jeju to go carbon free by 2030. With national leading electrical infrastructure, the integration of MCS charging into the existing network would be an easier task compared to many other locations in South Korea. Making Jeju Island an ideal contender to lead UAM implementation.

Job creation analysis

Based on the operational growth described in the 3 phases of UAM implementation, the Working Group estimates the generation of more than 1,100 new full-time jobs may be created from the rise of UAM activities in Jeju from the year 2027. This includes direct jobs from providing flight operations, or indirect and induced employment from support services and ancillary businesses.

The estimation here only considers absolute potential of Phase 1 operations from 2 vertiports in 2027. Greater socio-economic effects can be expected from phase 2 as new flights and use cases are applied in Jeju Island over time.

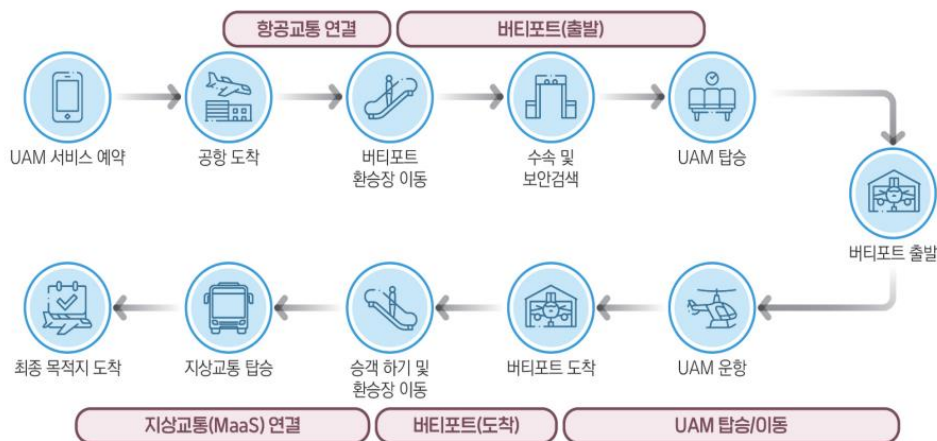
Providing essential community services

Although most eVTOL aircraft are optimised currently for passenger transport in 'Day 1', the platform offers sufficient versatility for many potential use cases. This could range from time sensitive cargo deliveries for pharmaceutical products, or aeromedical transportation. Such services could become feasible with the development of a vertiport network connecting important nodes in Jeju City to various other regional centres. Providing communities in the outer regions urgent medical care from flying doctor services, or delivery of urgent medical supplies.

7. Passenger Journey Recommendations

Passenger Boarding Process

The initial 'Day 1' passenger experience expected to be very similar to current airline processes. Flight services are expected to be scheduled, and passengers must book their seats accordingly, arrive at the vertiport for check in, security and boarding procedures. Simplification may be expected with the introduction of vertiport automation technologies reducing process time and improving schedule punctuality.



Jeju Air passenger journey diagram. Source: Jeju Air. (2023). Jeju Island Concept of

Passenger Reservations Flow

All seat bookings are expected through the Jeju Air website or mobile app based on seat availability per UAM flight schedule. As the UAM ecosystem and industry matures, on demand services could be introduced gradually to actively match capacity with demand. Matching bookings flow with phases of operations:

- Phase 1: Reservations based on scheduled UAM flights following structured UAM operations
- Phase 2: Reservations based on scheduled UAM flights, with limited on-demand UAM services, excluding peak operational hours
- Phase 3: Mostly on-demand services will be normalised, to match customer demand with seat capacity through the maturing of the overall UAM ecosystem

Vertiport Passenger Security Screening

A similar level of security screening for both departing passenger and baggage can be expected for 'Day 1' operations. Advance passenger information may also be collected during the passenger reservations flow for initial security screening and transmitted to the vertiport operator for simplified walk-in screening. Passengers will also be presented an online safety brief prior boarding on emergency procedures valid for their incoming UAM flight. All documents will be issued digitally such as tickets and boarding passes through mobile

applications. Airline standard tags and seals may also be printed for passenger check in baggage. As the industry evolves, the use of smart AI enabled systems will be needed to simplify screening requirements at vertiports, balancing passenger convenience and safety. However, should ICAO aviation security requirements apply, vertiports serving routes involving checked baggage (like airport shuttle routes) may still need dedicated baggage handling and screening resources.

Boarding and Disembarkation

Passengers will approach and leave the UAM aircraft under guidance of staff, handle their own carry on baggage and take their assigned seats. For ‘land side’ airport shuttle connections, passengers would already have collected their check in baggage on arrival of their preceding flight on Jeju Air. These checked bags may be sealed at the initial uplift point to remove additional screening requirements for following flights. Depending on the baggage compartment size and eVTOL payload, larger bags already checked through for the preceding or following Jeju Air flight may be uplifted. Real time information may be provided through mobile applications on estimated departure and arrival timings for onward air or ground connections for self-directed boarding on future on-demand flights. For airport shuttle flights, staff at the vertiport may be needed to assist passengers with check in baggage, to prevent damage to the aircraft during loading and unloading, also to ensure a quick turnaround.

Arrival or Departure Connections

Jeju Air passengers may be recommended chargeable add-on services for last mile ground transport during the reservations flow. This will offer the option of seamless end to end transport for those who prefer using a single platform. Connecting passengers to and from Jeju Air flights, should be issued boarding passes on all flights to facilitate tight connections. ‘Land side’ airport vertiports may still require additional screening of checked bags, should it not be sealed and checked through at the initial point of uplift.

Itinerary	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Pax Reservations Flow	Reservations based on scheduled UAM flights following structured UAM operations	Reservations based on scheduled UAM flights, with limited on-demand UAM services, excluding peak operational hours	Mostly on demand services will be normalised, to match customer demand with seat capacity through the maturing of the overall UAM ecosystem

Vertiport Pax Procedures and Screening	Digital document issuance through mobile app, following current aviation security procedures	Initial screening done by advance passenger information for simple walk-in screening at vertiports	Use of smart AI enabled screening systems to simplify vertiport procedures for pax and baggage
Boarding and Disembarkation	Guidance from ground staff	Self-directed boarding for on-demand services not requiring checked baggage	
Arrival or Departure Connections	Jeju Air passengers may be recommended chargeable add-on services for last mile ground transport during the reservations flow. Passenger only through check in for connecting flights		

Possible Passenger Journeys by UAM

According to the Jeju market survey done by the Working Group, respondents had the highest preference for scenic flights, followed by airport shuttle and point-to-point mobility services.

Scenic flights are particularly suitable for Jeju Island due to its great natural beauty and is the preferred use case for all age groups surveyed. Such flights are also expected to have the quickest path to commercialisation, due to its simple operations. Airport shuttle flights are expected as a follow up use case, from its advantage of being able to utilise existing aviation infrastructure, connecting the airport to established vertiports. Similarly for point-to-point mobility services, such UAM flights can be easily introduced to ride on demand for connecting existing vertiports.

- a. Tourism services: Most preferred by all age groups, simple operations, high potential for rapid commercialization
- b. Airport shuttle: Low additional ground infrastructure requirements by linking existing aviation infrastructure
- c. Mobility services: Easily scalable to meet demand by connecting existing vertiports in the network

Passengers may purchase in advance, various UAM services individually or as additional products through the Jeju Air reservation site and subsequently fulfil their bookings. The figure below shows a recommended itinerary for each proposed UAM service.



Phase	Service	Passenger Journey
1	Scenic Flight	<p>Use case: Seongsan Ilchubong, Seopjikoji round trip</p> <p>Advance booking or walking reservations using digital documents. Simple onsite check in, with no checked baggage.</p> <p>Enjoy the scenic views for 15-20 minutes before disembarkation.</p>
2	Mobility Service	<p>Use case: Gangjeong Port to Seongsan</p> <p>Advance booking or walking reservations using digital documents for day trippers. Simple onsite check in, with no checked baggage.</p> <p>Estimated travel time between 15-20 minutes.</p>
3	Airport Shuttle	<p>Use case: Jeju International Airport to Jungman</p> <p>Advance booking with UAM and Jeju Air flight under the same booking itinerary using digital documents.</p> <p>Passenger connecting from Jeju International Airport, are expected to collect their check in baggage on arrival and make their way to the airport vertiport 'land side'. Those with pre-booked last mile ground transfers will be provided real time updates for seamless connections.</p> <p>Outbound passengers are expected to use dedicated check in facilities at Jungman vertiport to handle baggage screening and issuance of boarding passes for follow on Jeju Air flights. On arrival at the airport, passengers may be required to drop their baggage again at Jeju check in desks for their onward flight.</p> <p>Estimated travel time of 20 minutes.</p>

8. Vehicle Journey Recommendations

Initial UAM scenarios will largely be driven by market demand and the business case for operators. This will vary greatly due to unique operational and regulatory environments found globally. However, based on current trends, ‘Day 1’ missions will likely be piloted flights following highly structured operations. Depending on evolving regulatory requirements, this could mean fixed corridors, block airspace and defined flight schedules utilising significant automation technology on-board. Some examples include:

- a. Autopilot use in all flight phases
- b. Automatic flight path management
- c. Electronic checklists

Other characteristics may include tightly integrated CNSI systems that share and transmit data on factors such as traffic, micro weather, vertiport status, eVTOL health and any changes to the intended flight route.

UAM on Jeju Island will undoubtedly follow its own unique development path, and the Working Group believes that tourism will likely be the starting point for this journey. To recap the phases of UAM in Jeju Island, the introduction of specific UAM technology or regulation will depend on safe scaling of operations over time.

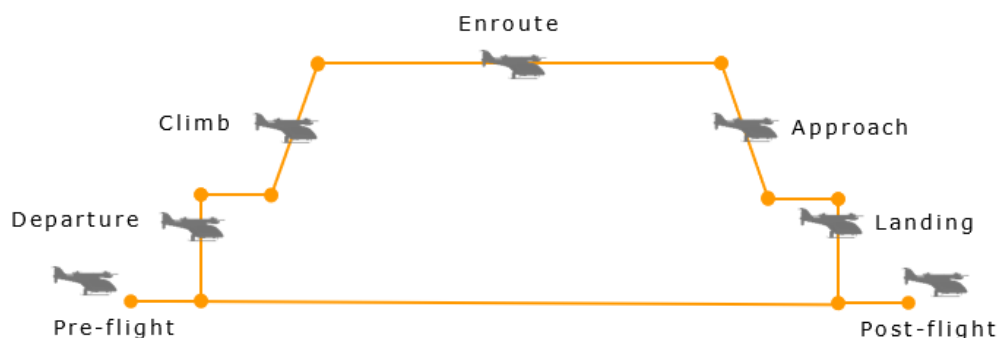
- a. Phase 1: Scenic Flights servicing major tourism sites in Seongsan, Marado/Udo region
- b. Phase 2: Inland Mobility Flights connecting major tourism sites, cruise terminals and regional town centres.
- c. Phase 3: Airport Shuttle Flights from Jeju International Airport (CJU) to major tourism sites and regional town centres

Operational Indicator	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Characteristics	Conducted by certified UAM aircraft and conventional helicopters consistent with current rules and regulations.	Increasing eVTOL operations necessitate evolutions to governing regulations augmented by UAM structure and automation.	High density UAM operations, supported by advanced traffic management systems that enable flights in complex environments (e.g. major airports, top of buildings, etc). Possible secondary use cases beyond passenger transportation.

Complexity	Low frequency, large turnaround times.	Medium frequency and turnaround times, necessitate surface management, such as vertiport scheduling, resource management.	High frequency and short turnaround times enabled by a high level of information exchange from all stakeholders. Multiple concurrent takeoffs and landings become routine.
UAM Structure (Airspace and procedures)	Existing helicopter infrastructure, or small purpose built vertiports supported with existing aviation support facilities.	UAM corridors from specific vertiports with minimal intersections based on UAM performance requirements. ATC tactical separation is not provided within these corridors and falls under the responsibility of the PIC.	Operations from major airports and large vertihubs necessitating tighter integration of ATM and UATM airspace. At some point, all vehicles in UAM airspace will utilize UATM services. The UATMSP may also perform strategic and tactical deconfliction in UAM airspace.
Regulatory	Conducted consistently with the current rules, regulations and local agreements.	Incorporation of UAM regulations that enable operations within UAM corridors and off nominal scenarios.	Better integration of UAM and ATM regulations, enabling operations from major airports and in controlled airspace.
Automation Level	Consistent with current aircraft technologies, with some advances in fly by wire systems.	Specific UAM software for fleet operators, used in flight planning, monitoring, authorisation.	Automatic information exchange between all stakeholders (fleet operator, vertiport, UATMSP, ANSP), paired with UAM specific technologies allowing for collaborative decision making.
Pilot Location	Onboard	Onboard/Remote	Onboard/Uncrewed

The vehicle journey in Phase 1 will likely resemble best practices of existing scenic flights flown by helicopters. Onward from Phase 2, the following operational events and stakeholder interactions are likely to occur.

Flight Phase	Description
Pre-flight	Real time exchange of information between Jeju Air’s booking/fleet planning platform and the UATMSP, enabling situational awareness for planning, off nominal situations, and authorization of the flight plan. This may include local weather info, timing, speed, routing, FATO and stand reservations.
Departure	During passenger loading, the eVTOL operator performs physical checks on the vehicle, reviews the flight plan and assess aeronautical information. Subsequently the UATMSP will confirm all reservations and charging resources prior take off. Ground or hover taxi to FATO for departure.
Climb and Cruise	After take-off, the eVTOL operator and UATMSP performs flight monitoring, providing real time situational awareness data to the fleet and vertiport operators. Information will also be sent to other airspace users or the authorities for conformance monitoring, and safe separation.
Approach and Landing	The UATMSP ensures safe separation over the vertiport airspace, and the operator will land at the assigned FATO before ground or hover taxi to stand. Motors will be turned off before door opening and disembarkation and turnaround activities like charging and unloading of baggage.
Post Flight	During turnaround, maintenance activity and battery charging will commence if required, and the vehicle automatically sends health and status updates to Jeju Air.



UAM Phases of flight, from Eve Air Mobility, 2023.

To further elaborate on off nominal scenarios, current energy reserve policies are based on a fixed reserve time with no definition on planned alternates in the event of diversion. The Working Group believes that this could be reevaluated due to structured operations on ‘Day 1’, where pre-defined alternates are a requirement for flight planning based on aircraft

performance. Referring to the examples in the table below using Eve’s eVTOL, the Working Group proposes that the reserve policy accounts for the time needed to reach pre-selected alternates in the flight plan including unplanned situations like deviations from clouds and enroute traffic, just to cite a few.

Phase	Route	Proposed Reserve Policy
1	Scenic Flights servicing major tourism sites in Seongsan, Marado/Udo region	The entire flight will be within a 10km radius of the origin vertiport or alternate vertiport taking into account FATO availability and meteorological conditions.
2	Inland Transportation Flights connecting major tourism sites, cruise terminals and regional town centres	Pre-defined spots within Z mins flight time along the route, planned during dispatch phase. Include factors such as FATO availability at the origin and destination vertiport, along with meteorological conditions. This ensures safe alternates for all phases of flight within the aircraft's performance capabilities.
3	Airport Shuttle Flights from Jeju International Airport (CJU) to major tourism sites and regional town centres	

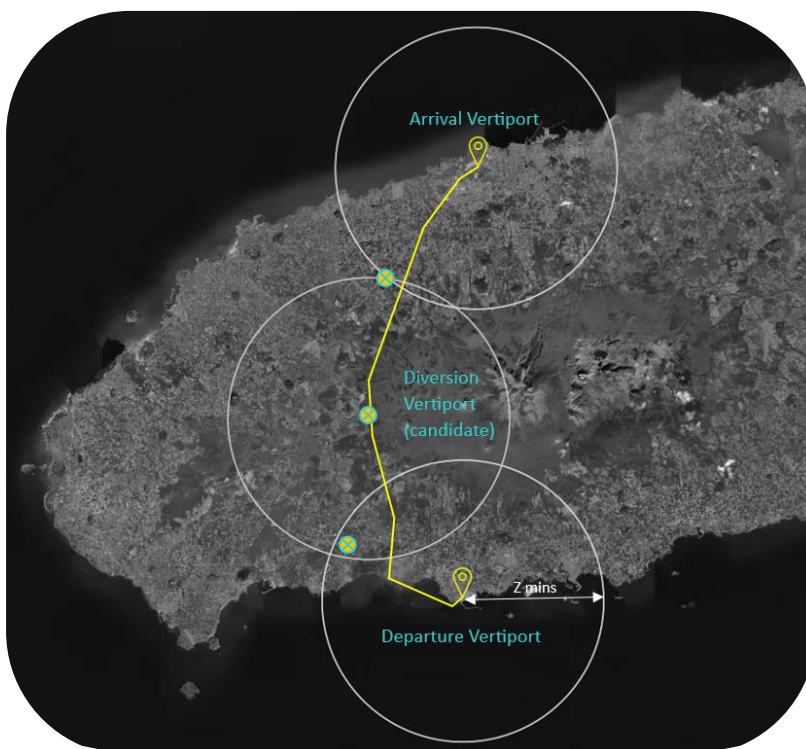
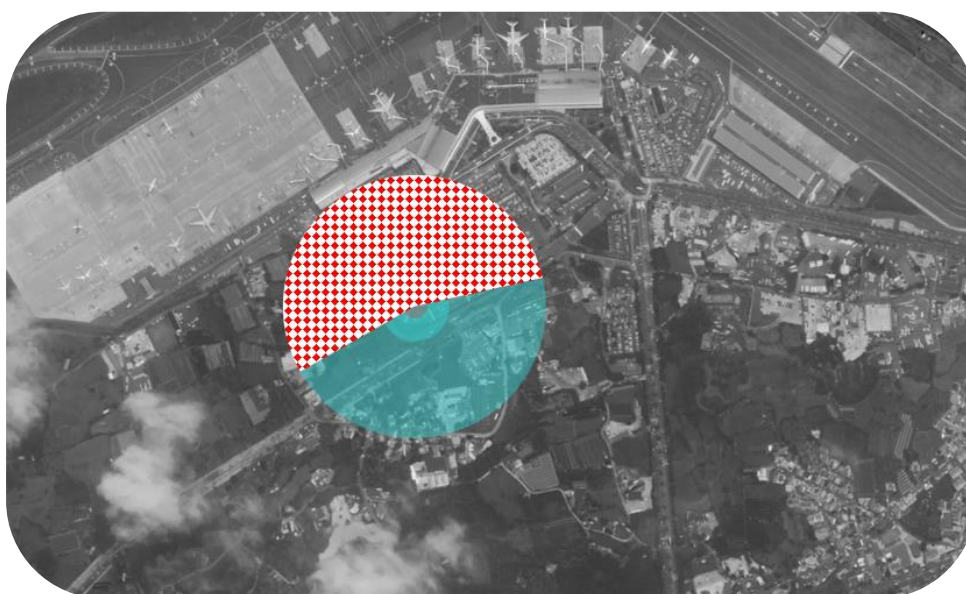


Illustration on enroute diversion circles, from Eve Air Mobility, 2023.

The working group also believes that prospective vertiport sites should account for future expansion possibilities and agnostic aircraft handling capabilities. Following EASA's Prototype Technical Design Specifications for Vertiports (European Union Aviation Safety Agency, 2022, #), minimum FATO dimensions should be at least 1.5D along with an additional safety area of at least 3 meters or 0.25D. Any site should therefore minimally be at least 30 by 30 meters to ensure sufficient space to fit a single FATO able to handle larger fixed wing eVTOL variants.

Depending on surrounding developments and obstacles, sufficient area surrounding the vertiport site should also be budgeted for multi-directional trajectories. This may also extend to coastal or vertiports located over water for both the Gangjeong port and Seongsan locations. For 'Day 1' operations in Jeju International Airport, considerations should also be given for approach and departure paths that do not cross runway 07/25 and 13/31, with flexibility for safe approach and departures in variable wind conditions.



Possible Jeju Airport vertiport obstacle-free volume with omnidirectional approach and take-off climb surface and prohibited sector (top view), from Eve Air Mobility, 2023.

Although the current OFV concept is tailored more for aircraft with VTOL capabilities, this usually involves a significant vertical segment during take-off and landing, which is likely to incur the highest sound and visual penalty to surrounding developments. For sites with a combination of FATO and parking stands requiring ground or hover manoeuvring, the impact of such activities should also be considered in developing vertiport operations. Eve currently uses ANAC regulations applicable to helicopters for noise certification (RBAC 36 Subpart H and J) as a reference requirement with additional margins that may be needed for local compliance. This is aligned with noise level requirements under Chapter 4 Paragraph 4.4 of ICAO Annex 16 that applies for South Korea.

The working group believes future flight operations in Gangjeong port, Jungmun and Seongsan region should consider unobtrusive routes that do not affect the natural beauty these areas are famous for. Therefore the size, shape and orientation of prospective sites, should be evaluated as part of total network planning, to allow for procedure designs that will minimise sound and environmental impact. This may include compliance with UNESCO

heritage site protection and management guidelines for vertiports and routes serving sensitive areas like Seongsan Ilchubong or Hallasan.



eVTOL Transiting over Seongsan Ilchubong, from Eve Air Mobility, 2023.

9. Operation Control Recommendations

During initial operations, the number of eVTOL aircraft is expected to be small compared with the traditional commercial fleet. However, for safety and operational efficiency a dedicated UAM staff with specialized knowledge, is still recommended to oversee eVTOL operations to ensure compliance with regulations and procedures.

The mission of operations control is to manage the overall fleet impact from events like suspensions, diversions, and cancellations, by monitoring possible disruptions to UAM operations from flight preparation stage to the end of flight. Effective collaborative decision making will require good communication from all UAM stakeholders, such as pilots, dispatch, engineering, and ground staff. The resultant information flow may rely heavily on digital tools to control vertiport departure and arrival slots, adjust flight plans to account for NOTAMs, enroute weather, and perform flight monitoring.

UAM flight plan

Being a structured operation, Korean authorities are likely to require a completed UAM flight plan containing information on the aircraft's operation. This may include detailed information pertaining to the aircraft's routing, electrical energy management, alternates amongst many others, accounting for enroute weather, vertiport slot availability and airspace restrictions.

Possible Factors in UAM Flight Planning

Considerations	Reason
Climatic Conditions	'Day 1' operations are expected to be VFR only. Weather monitoring and forecasting along the route using a variety of sources will be needed. This may include satellite, radar, METAR/TAR, AMOS, CCTV data from vertiports.
NOTAM	Information that could pose a risk to flight operations, such as airspace, air routes, and vertiports closures, must be shared with all stakeholders (fleet and vertiport operators) for route planning.
Alternates	To manage route energy requirements, tentative landing slots should be booked at alternates along the route to support disruptions from unplanned circumstances. These alternate slots must be available at the expected time of arrival to maintain sufficient energy reserves.
Energy Consumption	Aircraft reserve energy calculations will have to comply with regulatory requirements, taking to account variable route conditions at point of planning. Additionally, 'Day 1' operations are expected to be structured with pre-booked alternate landing spots along the route to account for total energy requirements.
Aircraft Performance	Given variable conditions are expected along the route, and possible in-flight delays assigning the right aircraft based on performance will be important. Considerations should be given for technical log items, minimum equipment, and battery condition.
Routing	Taking into consideration all relevant factors, digital UATM tools should be used to plan the most optimal route, including estimating the arrival times at various waypoints for landing slots to be booked.

UAM Flight Surveillance

Proper monitoring from preparation for departure to turnaround, should be conducted by the control centre and communicated to all operational stakeholders for planning purposes. This may include a collection of sensor data from aircraft health monitoring, changing environmental conditions for in-flight route adjustments, and the aircraft's conformance to the flight plan. Digital UATM tools should be used to support this purpose and to log data for flight operations.

Field	Operations Control
Flight Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiport slot monitoring for estimated arrival and departure times • Conformance Monitoring • Disruptions and abnormal operations (go-around/holding/aborted takeoff, etc.)
Flight Communications	<ul style="list-style-type: none"> • Identify and share PIREP/Pilot reports • Identify and share unusual weather events • Identify and share unplanned route events
NOTAM Monitoring	Identify and share risks to flight operations

UAM Flight Management

Operations control is a comprehensive concept covering all aspects of UAM flight surveillance, fleet planning and management. Fusing information from all stakeholders for proper decision making would be critical in 'Day 1', due to limitations from external risks to flight operations arising from VFR flights. This is likely to cause major fleet wide disruptions and abnormal operations if the situation is not managed carefully and issues resolved quickly by the operator. The ability to collect, analyse and share information supported by digital tools, would be essential in establishing a safe and efficient UAM system that is compliant with all regulatory rules and procedures.

Field	Operations Control
Schedule Organisation	Organise flight schedules by monitoring slot availability at vertiports
Schedule Management	Fleet management for unplanned events arising from air or ground delays
Decision Making	Decision to continue, suspend, divert or cancel based on a fleet and network perspective

10. Operational risks and suggestions

Safe separation and equitable airspace access at Jeju International Airport (CJU)

According to KAC, Jeju airport handled 3,446 domestic and international flights per week pre-covid in 2018 (Korea Airports Corporation, 2019). That translates to an average of 29 flights per hour or an aircraft movement every 2 mins, a vast majority utilising the main runway 07/25.

Considering separation requirements, CJU's runway is operating at almost maximum throughput every minute during operational hours. Not considering occasional instances of inclement weather, or ramp congestion due to concurrent delays, Jeju Airport's capacity to

incorporate additional UAM traffic air side looks extremely unlikely based on current infrastructure.

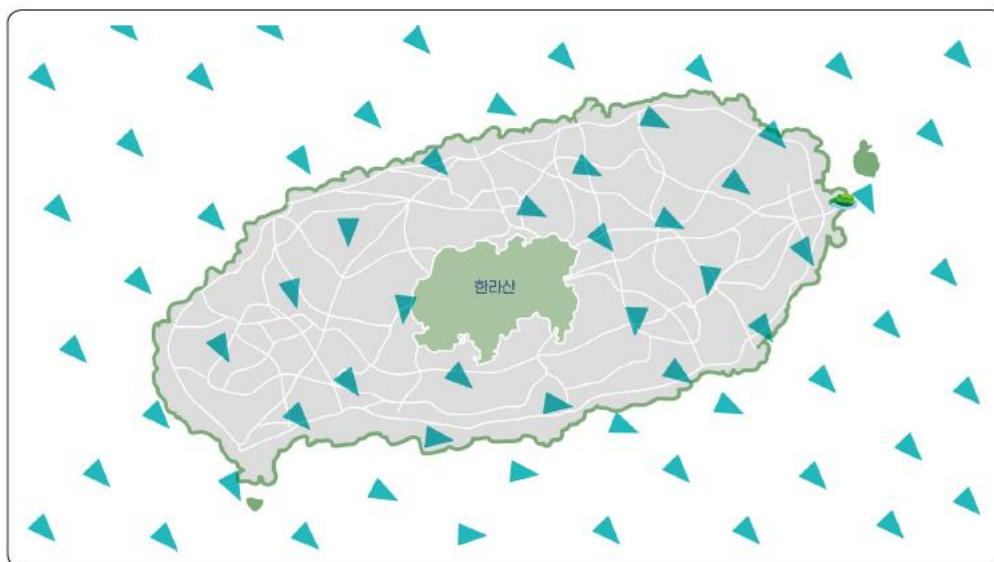
During Phase 1 and 2 of UAM operations in Jeju, eVTOLs are expected to use current airspace structures. Even with dedicated UAM corridors, eVTOL traffic originating or passing through CJU's controlled airspace, may face clearance or enroute delays from holding due to airspace congestion. Issues on equitable airspace access may also arise from different needs of commercial and UAM aircraft.

Without the development of new aviation facilities and augmenting existing voice-based procedures using UATM technology, UAM services in controlled airspace are likely to face difficulties in maintaining satisfactory on-time reliability, and scaling of flight operations.

Weather monitoring, orographic winds from Halasan

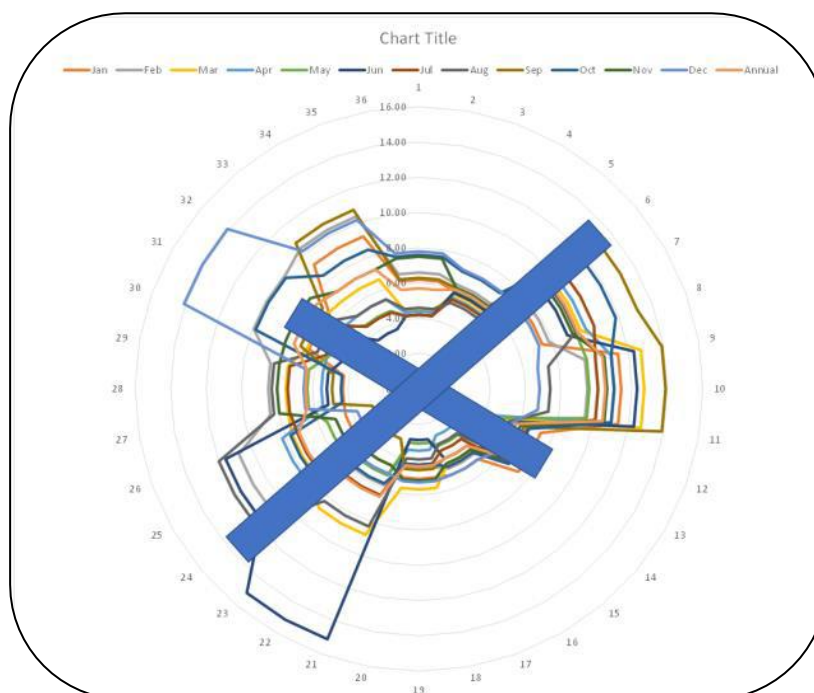
Jeju has a temperate humid climate and is well known as a windy island with varying strength and direction from seasonal changes. Owing to its southern location and island geography, Jeju enjoys milder weather as compared to the Korean mainland, however statistically it receives more rain, especially during the summer monsoon. According to weather statistics, Jeju experiences 138 rainy days a year, with approximately 9-15 rainy days per month. Heavier precipitation averaging 200-300mm is expected between the months of June to August.

Hallasan Mountain's central location and 1,950m elevation has also been instrumental in shaping the island's climate due to orographic effects. Sea breeze from the Pacific Ocean tends to split around the mountain before merging on the leeward side with unpredictable outcomes.



Wind vector field over Jeju Island, from Eve Air Mobility, 2023

According to KAC and other statistics more than 160 flights were cancelled due to dangerous conditions around Jeju, with authorities issuing alerts for high winds and wind shear. Low level gusts exceeding 24 mps also affected sea transportation, resulting in 43 cancelled passenger services by ferry (Jin, 2023).



Monthly wind direction visualisation chart for CJU Airport, from Eve Air Mobility, 2023.

With UAM flights primarily in low level airspace, eVTOLs will be vulnerable to unpredictable wind conditions from vertical and horizontal wind shear. The response from such aircraft to wind shear conditions is not yet determined at the current stage of development. However, criticality would scale with a complex combination of factors, such as phase of flight, aircraft weight and velocity. Flexible flight routings based on detection and monitoring of conditions in low level airspace would be important in maintaining UAM flight safety.

Cost of infrastructure development

Results from the market survey indicated that fare level would be a key consideration for potential demand. On average 45% of visitors and residents responded that a high fare would be the primary reason for not using UAM services in Jeju.

Capital costs for new eVTOLs are expected to be similar with helicopters, between USD2.5-6 million depending on configuration and capabilities. According to L.E.K research on Advanced Air Mobility - Cost economics and potential, a vertiport costs may range between USD3.5-12 million depending on size and location (Santha et al., 2021, #). A significant part of this cost would be acquiring or leasing the land, building the necessary landing and electrical infrastructure to start operations.

Universally, land costs invariably rise with proximity to major hubs and amenities. This is central to the business model for UAM, as demand for such services would naturally depend on the centrality and convenience of future vertiport sites. It is likely consumers will have to bear the increase in financing from the cost of land for most scenarios. Potential operators would also have to grapple with local authorities on competing priorities on land use and its subsequent impact on cost of land acquisition.

Therefore, with the Jeju governments push to develop new regional town centres outside Jeju City, the opportunity to integrate UAM and vertiport sites as part of regional transport planning becomes significant. Similar to traditional infrastructure development, UAM ground facilities are viewed as public goods that may be open for fair and competitive public - private partnership contracts. Careful selection of vertiport sites in Phase 1, will be critical in facilitating cost effective scaling of operations through to Phase 3, and helping build a positive cost benefit trade off perception for future passengers.

Such considerations have shaped the feasibility of proposing floating or overwater facilities for cost efficient land use. The Working Group is keen for further discussions with all relevant Jeju authorities on achieving the dream for affordable UAM services in Jeju Island.

11. Key Insights and Suggestions

The Working Group conducted a ‘voice of customer’ survey to assessment market demand for key UAM use cases, educate and gather public perceptions of the industry. This voluntary survey targeted the Jeju Air customer database, providing an overview of UAM and relevant services for their feedback. Major social perceptions are summarised here:

Categories	Outcome
Unfamiliarity with UAM	According to the survey results, a majority of respondents did not have a high understanding of UAM before participating in the survey.
Expectations and Concerns	A majority of respondents expected UAM to shorten travel times and improve accessibility for remote areas. While the major concerns were high fares and the perception of safety.
Positive outlook	A majority of respondents hold a positive view on UAM as a sustainable means of air transport for Jeju Island.

In summary, the survey indicated that most are still unfamiliar with UAM as a future means of air transportation. This validates the need for current efforts worldwide, including from the working group to continue public outreach efforts for this new mode of transport. More effort will also be needed to develop a sustainable UAM ecosystem for operators and OEMs to build the industry. It is expected that such efforts will be accompanied by institutional improvements and administrative support at all government levels, as well as community engagement activities for social acceptance. All stakeholders have an important role to play in making UAM a future reality.

Governmental Considerations

Considerations	Description
Transport System Integration	Government infrastructure development plans should consider multi-modal connectivity between UAM and existing modes of transport. An integrated transport system will help drive public utilisation and social acceptance in highly congested areas.
Power Grid	Building a reliable electrical grid capable of supporting vertiport power requirements is core for the development of UAM development. Megawatt level charging stations are expected to be necessary for scaling operations, and rapid charging.
Regulations	Limited airspace today is allocated for civil aviation in Korea, and this will require regulatory guidance on the safe use of low-level airspace that will be shared with multiple classes of aircraft. UAM specific regulation may be necessary to allow operations to scale safely in the future.
Oversight	Regulatory oversight similar to commercial aviation will be expected for the UAM industry. This will likely include the development of UAM specific policies and safety standards that will require compliance from future OEMs, operators, training, and maintenance organisations.
Type Certification	As the UAM industry develops, the emergence of new aircraft types incorporating novel technologies may be expected. Regulators will have to engage more consultatively with OEMs to understand the technology, while developing new certification standards and approaches that facilitate industry innovation without compromising on safety or airworthiness standards.

Community Engagement

Considerations	Description
Route design that incorporates privacy and noise concerns	National projects that impact large parts of society, have the potential to generate backlash if the community is not sufficiently engaged. It will be especially important to address potential public concerns about noise and privacy from low altitude UAM flights. Transparent communication between private, public and community groups on the cost benefit trade-offs will be key in designing future route networks.

Social Awareness	Continual outreach is required for the public to be aware on the potential benefits of UAM for their communities. This includes shaping public perception on the cost and benefits of UAM on social, economic, and environmental concerns.
Government subsidies on UAM operations to remote island communities	eVTOLs have the potential of providing essential accessibility for remote island communities, areas currently not served by air transport due to geographic limitations in the development of air infrastructure. Such UAM services can help develop island-to-island connections, support essential services, and promote local economic development. For public benefit use cases, it is likely that support and subsidies from government and local organisations will be necessary.

12. About the Working Group

Project Lead

Geunyoung Kim is the UAM task force project lead and flight dispatcher with Jeju Air, responsible for safe flight operations at the Operations Control Centre. After graduating with an honours degree in Air Traffic Management from Embry Riddle Aeronautical University, Geunyoung generates efficient flight plans and provides tactical oversight for fleet operations. While being a member of the UAM task force, he is assisted by various aviation experts from Jeju Air.

Advisory Partner

Joel Goh is the Regional Marketing Manager for Eve Air Mobility, responsible for all business intelligence and sales engineering functions in Asia Pacific. Joel provides technical and business analytics expertise from over a decade of experience in aircraft sales, airline commercial and operations. Various subject matter experts from Eve Air Mobility have also assisted him in the project. Joel graduated with an honours degree in Aerospace Engineering from the Nanyang Technological University, Singapore.

Jeju Air

Jeju Air Co., Ltd. was established in 2005 as a licensed air transport operator and has since popularised affordable air travel as South Korea's largest LCC. From being the first LCC to introduce business light seats to introducing cargo aircraft, Jeju Air is committed to continual innovation in the domestic aviation industry. Looking forward, the company aims to lead the introduction of UAM services that is eco-friendly, and customer focused whilst maintaining the highest level of professionalism and safety. Information related to Jeju Air can be found at www.jejuair.net

Eve Air Mobility

Eve is dedicated to accelerating the Urban Air Mobility ecosystem. Benefitting from a start-up mindset, backed by Embraer S.A.'s more than 50-year history of aerospace expertise. With a singular focus, Eve is taking a holistic approach to progressing the UAM ecosystem, with an advanced eVTOL project, comprehensive global services and support network and a unique air traffic management solution. Since May 10, 2022, Eve has been listed on the New York Stock Exchange where its shares of common stock and public warrants trade under the tickers "EVEX" and "EVEXW". For more information, please visit www.eveairmobility.com.

References

- European Union Aviation Safety Agency. (2022). *Prototype Technical Specifications for the design of VFR vertiports for operation with manned VTOL-capable aircraft certified in the enhanced category* (Vol. PTS-VPT-DSN). European Union Aviation Safety Agency.
<https://www.easa.europa.eu/downloads/136259/en>
- Jeju Special Self-Governing Province. (n.d.). (...) (...) - Wiktionary. Retrieved August 28, 2023, from <https://www.jeju.go.kr/cfi/index.htm>
- Jeju Special Self-Governing Province. (2022, June 30). *Jeju Island promotes use of electric vehicle charging infrastructure and convenience by expanding*. Smart City Korea. Retrieved September 6, 2023, from <https://smartcity.go.kr/en/2022/06/29/%EC%A0%9C%EC%A3%BC%EB%8F%84-%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%B0%A8-%EC%B6%A9%EC%A0%84-%EC%9D%B8%ED%94%84%EB%9D%BC%C2%B7%ED%8E%B8%EC%9D%98-%ED%99%95%EB%8C%80%EB%A1%9C-%EC%9D%B4%EC%9A%A9-%ED%99%9C%EC%84%B1/>
- Jin, H. J. (2023, April 18). (LEAD) Over 160 flights canceled on Jeju Island due to strong winds. *Yonhap*. <https://en.yna.co.kr/view/AEN20230418002751315>
- Korea Airports Corporation. (2019). *목록 Information for Airports < Cyber PR | Korea Airports Corp(영문)*. 한국공항공사. Retrieved August 28, 2023, from https://www.airport.co.kr/wwweng/cms/frCon/index.do?MENU_ID=500#
- Santha, N., Wood, G., & Streeting, M. (2021). *Advanced Air Mobility — Cost Economics and Potential*. L.E.K. Consulting. <https://www.lek.com/sites/default/files/PDFs/2306-Advanced-Air-Mobility.pdf>
- Jeju Special Self-Governing Province. (n.d.). *Jeju achieves 3 UNESCO crowns!*. Jeju Special Self-Governing Provincial office. Retrieved September 20, 2023, from <http://www.jeju.go.kr/jejuwnh/unesco/triple.htm>

Jeju Special Self-Governing Province. (2023, February 24). *Statistics on tourist entering Jeju Island in December 2022*. Jeju Special Self-Governing Province. Retrieved

September 20, 2023, from

<https://www.jeju.go.kr/open/open/iopenboard.htm?act=view&seq=1406373>

Aviation Meteorological Office. (2022, June 16) *2017~2021 Aeronautical Climatological Information*.

Aviation Meteorological Office.

file:///C:/Users/User/Downloads/2017_2021+%ED%95%AD%EA%B3%B5%EA%B8%B0%ED%9B%84%
EC%A0%95%EB%B3%B4.pdf

Retrieved September 20,2023, from <https://amo.kma.go.kr/weather/stat/airport-climate.do>

Aviation Meteorological Office. (2021, December 10) *Jeju International Airport windshear leaflet*.

Aviation Meteorological Office.

https://amo.kma.go.kr/servlet/kamaboard?mode=download&bid=data&num=78&fno=1&callback=https%3a%2f%2famo.kma.go.kr%2fdata%2fpds.do&ses=&k=ATC202112101417011_SuZDpiPcgMN8Sc9N24Q5.pdf

Retrieved September 20,2023, from <https://amo.kma.go.kr/data/pds.do?bid=data&mode=view&num=78&page=1&field=&text=>

Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2023, September 6) *ENR 1.4 ATS AIRSPACE*

CLASSIFICATINO AND DESCRIPTION. Aeronautical Information Publication. Retrieved

September 20,2023, from

<https://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2023-09-06-AIRAC/html/index-en->

Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2023, September 6) *AD 2.22 FLIGHT PROCEDURES*.

Aeronautical Information Publication. Retrieved September 20,2023, from

<https://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2023-09-06-AIRAC/html/index-en-GB.html>.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (n.d.) *e-Terrain and Obstacle Data*. Aeronautical Information Management. Retrieved September 20,2023, from

<https://aim.koca.go.kr/google/sdoViewMap3.jsp>.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2023, September 6) *AD 2.22.2 FLIGHT PROCEDURES FOR VFR FLIGHTS WITHIN JEJU TMA*. Aeronautical Information Publication. Retrieved September 20,2023, from

<http://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2023-09-06-AIRAC/html/index-en-GB.html>..

Jeju Island Concept of Operations 1.0

By: Jeju Air & Eve Air Mobility

