

PLANERING FÖR FRAMTIDSSÄKRAD INFRASTRUKTUR VID MOBILITETSHUBBAR I KALLT KLIMAT



Konceptbild av Droneport Hammarängen, Skellefteå.

FÖRORD

Denna rapport är framtagen av Krönta Klippan AB under 2023 inom ramen för projektet "Planering för framtidssäkrad infrastruktur vid mobilitetshubbar i kallt klimat". Projektet har haft en total budget på cirka 589 000 kr och finansierats av Vinnova och Skellefteå kommun. Skellefteå kommun har varit huvudman och Skellefteå Science City samarbetspartner.

Syftet med denna rapport är att skapa kunskap och bidra till att utveckla processer som gör att tätortsnära landsbygd kan förses med framtidssäkrade mobilitetshubbar som ökar tillgänglighet till lokal service och gynnar klimatsmarta resebeteenden och godstransporter, i linje med Skellefteå strategi om en hållbar plats för en bättre vardag. Tack vare ett engagerat och nyfiket angreppssätt hos de medverkande har betydande kunskap genererats inom ett flertal relevanta områden.

På Krönta Klippan AB har Magnus Wiklund varit projektledare och Matilda Wiklund har varit projektmedarbetare.

SAMMANFATTNING

Rapporten har utrett förutsättningarna för att integrera drönarplattformar och andra transportslag med krävande infrastruktur i mobilitets- och servicehubbar i Skellefteå kommun. Detta har inkluderat en kartläggning av målgrupper för mobilitetshubbar med flygtaxis (eVTOL) och drönartransporter, samt intressenter och aktörer som är involverade i mobilitetshubbar, inklusive aktörer som arbetar med drönartransporter. Workshops med aktörer från näringsliv och civilsamhälle för att utreda behov och beteenden och för att identifiera möjligheter kopplat till mobilitetshubbar har genomförts. Vidare har krav och kostnader av teknisk integration för drönarplattformar i mobilitetshubbar samt behovet att säkerställa drönarstråk ur ett säkerhetsperspektiv undersökts.

Projektet har tittat på vilken infrastruktur för olika transporttyper som kan samverka vid mobilitetshubbar och hur olika kommersiella aktörer kring elbilspooler, eVTOL- och logistikaktörer kan samsas om gemensam infrastruktur vid offentliga mobilitetshubbar för ökad resurseffektivitet.

Genom en litteraturundersökning har simulering av potentiella platser som matchar behovet av flygtaxis (eVTOL) samt drönartransporter tagits fram för att få en bild av vilka kostnader, affärsmodeller och infrastrukturförutsättningar som skulle vara relevanta för uppbyggnaden av mobilitetshubbar med drönarplattformar.

Rapporten innehåller även en beskrivning av behov samt utveckling och provtryckning av nya rutiner och arbetssätt för planering av mobilitetshubbar i kallt klimat med hänsyn till osäkerhet inom teknikutvecklingen. Detta genom en undersökning av existerande arbetssätt inom stadsplanering gällande mobilitetshubbar och planering för drönartransporter genom möten och workshops med samhällsplanerare. Att mobilitetshubbar fungerar i kallt klimat är en förutsättning för att nödvändiga investeringar ska bli av i stora delar av världen, inklusive norra delarna av Europa. Vidare har en kartläggning genomförts för vilka nya arbetssätt som krävs för att säkerställa nödvändig funktion vid utveckling av mobilitetshubsystem för att tillgodose stad och landsbygd med adekvata mobilitets- och servicetjänster som minskar resande och gynnar klimatsmarta resebeteenden.

Konceptet av samutveckling som ett arbetssätt för planering av mobilitetshubbar där man på tidigt stadie får med nödvändiga perspektiv från berörda intressenter som kan påverka utformningen på hubben utifrån rådande tekniska och kommersiella förutsättningar gällande drönartransporter, elfordonsladdning och laddning av förarlösa fordon med mera har också berörts. Det framtagna arbetssättet har provtryckts med samhällsplanerare för att förbereda för långsiktig testning och utvärdering av framtagna rutiner/arbetssätt.

FÖRKORTNINGAR

AAM: Advanced Air Mobility

ACR: Aviation Capacity Resources

BVLOS: Beyond Visual Line Of Sight

EMC: Electromagnetic Compatibility

EMI: Electromagnetic Interference

eVTOL: Electric Vertical Take-Off and Landing

SORA: Specific Operations Risk Assessment

UAM: Urban Air Mobility

UAS: Unmanned Aircraft Systems

UAV: Unmanned Aerial Vehicle

UTM: Unmanned Traffic Management

VTOL: Vertical Take-Off and Landing

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
FÖRKORTNINGAR.....	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	5
1. INLEDNING.....	7
1.1 SYFTE OCH MÅL.....	7
1.2 METODBESKRIVNING	7
1.3 RAPPORTENS DISPOSITION.....	7
2. BAKGRUND	8
2.1 MOBILITETSHUBBAR SOM KONCEPT	10
2.2 DRÖNARTRANSPORTER OCH EVTOL SOM KONCEPT.....	12
2.3 MÖJLIGHETER OCH POTENTIAL.....	13
3. POLITISKA FÖRUTSÄTTNINGAR OCH INCITAMENT	14
3.1 SVERIGES NATIONELLA MÅL	14
3.2 REGIONAL STRATEGI FÖR UTBYGGNAD AV MOBILITETSHUBBAR.....	17
3.3 KOMMUNALA PLANER FÖR MOBILITETSHUBBAR I SKELLEFTEÅ.....	17
4. SYSTEMKARTLÄGGNING FÖR MOBILITETSHUBBAR MED EVTOL OCH DRÖNARE	20
4.1 AKTÖRSKARTLÄGGNING OCH RELEVANTA INTRESSENTER	20
4.1.1 INTRESSENTER FÖR MOBILITETSHUBBAR MED EVTOL OCH DRÖNARE	21
4.2 OMVÄRLDSANALYS.....	24
4.2.1 INTERNATIONELLA OCH NATIONELLA INITIATIV - DRÖNARE OCH EVTOL	25
4.3 TEKNISKA OCH AFFÄRSMÄSSIGA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MOBILITETSHUBBAR	29
4.4 KRAV FÖR TEKNISK INTEGRATION AV DRÖNARPLATTFORMAR I MOBILITETSHUBBAR.....	34
4.4.1 INFRASTRUKTURDESIGN.....	35
4.4.2 KOMMUNIKATIONS- OCH KONTROLLSYSTEM.....	35
4.4.3 LUFTRUMSFÖRVALTNING.....	36
4.4.4 DATAINTEGRATION OCH DATAHANTERING	36
4.4.5 BEHOVET AV SÄKERSTÄLLDA DRÖNARSTRÅK UR ETT SÄKERHETSPERSPEKTIV	37
4.4.6 TILLSTÅND.....	37
4.4.7 KOSTNADER	38
4.5 TEKNISKA OCH REGULATORISKA HINDER	40
4.5.1 MOBILITETSHUBBAR I KALLT KLIMAT	43
4.5.2 DRÖNARE OCH EVTOL I KALLT KLIMAT	44
4.6 INFRASTRUKTUR SOM KAN SAMVERKA VID MOBILITETSHUBBAR	46

4.7 SIMULERING AV POTENTIELLA PLATSER FÖR MOBILITETSHUBBAR	48
4.7.1 MOBILITETSHUBBAR I SKELLEFTEÅ KOMMUN.....	49
4.7.2 MOBILITETSHUBBAR MED DRÖNARTRANSPORTER OCH EVTOL I SKELLEFTEÅ KOMMUN	53
<u>5. RUTINER OCH ARBETSSÄTT</u>	<u>57</u>
5.1 EXISTERANDE ARBETSSÄTT	58
5.2 NYA ARBETSSÄTT	61
5.3 SAMUTVECKLING	64
5.4 PROVTRYCKNING OCH UTVÄRDERING	FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.
<u>6. SLUTSATSER OCH NÄSTA STEG</u>	<u>68</u>
6.1 NÄSTA STEG	71
<u>REFERENSER.....</u>	<u>73</u>
<u>BILAGOR</u>	<u>76</u>

1. INLEDNING

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med detta projekt är att skapa kunskap och utveckla processer som gör att tätortsnära landsbygd kan förses med framtidssäkrade mobilitetshubbar som ökar tillgänglighet till lokal service och gynnar klimatsmarta resebeteenden och godstransporter, i linje med Skellefteås strategi om en hållbar plats för en bättre vardag.

Detta ska göras genom att utreda förutsättningarna för att integrera drönarplattformar och andra transportslag med krävande infrastruktur i mobilitetshubbar i Skellefteås kalla klimat och genom att beskriva behov, utveckla och provtrycka nya rutiner och arbetssätt för planering av mobilitetshubbar i kallt klimat med hänsyn till osäkerhet inom teknikutvecklingen.

Målet för projektet är att tillhandahålla kunskap och processer för samhällsplanering som bidrar till beteendeförändringar för hållbar mobilitet för människor och varor mellan stad och land i tätortsnära landsbygd.

1.2 METODBESKRIVNING

Projektet har omfattat en litteraturstudie som kompletterats med kvalitativa studier i form av insamlade insikter genom medverkan i workshops, forum och relevanta ämnesangränsande projekt. Genom samtal med experter och fackmän har en fördjupad förståelse för värdet av mobilitetshubbar, primära aktörer, rollfördelning och vilka mekanismer som styr samarbetet i och runt området mobilitet i samhället införskaffats. Analysen har även tagit i beaktning en teknisk redogörelse av infrastrukturkrav för verti- och droneports som erhållits av en anlitad branschexpert.

1.3 RAPPORTENS DISPOSITION

Rapporten har tittat på förutsättningar för att integrera drönarplattformar och andra transportslag med krävande infrastruktur i mobilitets- och servicehubbar i Skellefteå kommun. Den beskriver även behov och har utvecklat och provtryckt nya rutiner och arbetssätt för planering av mobilitetshubbar i kallt klimat med hänsyn till osäkerhet inom teknikutvecklingen.

I kapitel 2 "Bakgrund" ges en bakgrund till konceptet mobilitetshubbar inklusive dess syfte och förutsättningar. I följande kapitel, kapitel 3 "Politiska förutsättningar och incitament", presenteras politiska förutsättningar och incitament för utbyggnad av mobilitetshubbar på nationell, regional och kommunal nivå.

Kapitel 4 "Systemkartläggning för mobilitetshubbar med eVTOL och drönare" omfattar en övergripande systemkartläggning där ingående aktörer presenteras. För att möjliggöra kunskapsöverföring från andra projekt presenteras ett urval av nationella och internationella initiativ. Vidare beskrivs tekniska och affärsmässiga förutsättningar för mobilitetshubbar samt tekniska krav för integration av drönarplattformar. Kapitel beskriver även tekniska och regulatoriska hinder med fokus på kallt klimat, samverkande infrastruktur och simulering av potentiella platser för mobilitetshubbar.

Kapitel 5 "Rutiner och arbetsätt" omfattar en kartläggning av nuvarande arbetsätt inom planering samt nya arbetsätt och samutveckling. Avslutande kapitel, kapitel 6 "Slutsatser och nästa steg", innehåller slutsatser baserat på rapportens innehåll samt förslag för lämpliga nästa steg och fortsatt arbete.

2. BAKGRUND

Mobilitet är en integrerad del av det moderna livet då människor behöver kunna förflytta sig snabbt och enkelt för att nå sina arbeten, skolor, butiker och fritidsaktiviteter.

Mobilitetssystemet genomgår i dagsläget omfattande förändringar som påverkar både globala och sektorspecifika aspekter och skapar en ny kontext för hur rörlighet fungerar. En av de huvudsakliga drivkrafterna är den fortsatta ökningen av den globala efterfrågan på rörlighet samtidigt som vi måste minska de globala utsläppen av växthusgaser drastiskt.

Skellefteå är för närvarande inne i en kraftig industriell utveckling, och befolkningen beräknas öka med en tredjedel på mindre än 10 år. Denna utveckling sätter press på Skellefteås mobilitetssektor, och kommunen har ambitionen att den framtida tillväxten ska ske genom en grön omvandling som är ekonomiskt, ekologiskt och socialt hållbar. Detta är i linje med Skellefteås strategi att bli en hållbar plats för en bättre vardag och att vara klimatneutralt år 2030. Skellefteå kommuns engagemang i Viable Cities, ett strategiskt innovationsprogram med fokus på smarta och hållbara städer, återspeglar också denna ambition.

Skellefteå har en utvecklingsstrategi fram till 2030, som togs fram 2015 och reviderades 2022. Enligt strategin ska Skellefteå kännetecknas av tillgänglighet i vardagen och till resten av världen. Den nya strategin lägger ökat fokus på godstransporter och samverkan mellan olika transportsätt och målet är att resa och transportera gods på ett hållbart sätt inom samt till och från Skellefteå ska vara enkelt. Trenden är fortfarande att bilåkandet ökar och med en växande befolkning i Skellefteå måste lösningar skapas som gör det attraktivt att färdas på annat sätt än med egen bil för att skapa en hållbar stad. I dagens transportsystem står bilar still en majoritet av tiden vilket innebär en omfattande effektiviserings- och

besparingspotential genom att arbeta mer strukturerat med att tillgodose ett mobilitetsbehov istället för ett parkeringsbehov.

Elektrifiering av transportsektorn är en nyckelfaktor för att främja hållbar mobilitet. Genom att övergå till eldrivna fordon kan utsläppen av växthusgaser och luftföroreningar från traditionella förbränningsmotorer minskas eller elimineras. Dock krävs omfattande infrastrukturförändringar för att möjliggöra elektrifiering av transportsektorn. Drönartransporter kan revolutionera logistikbranschen genom att erbjuda snabbare och mer effektiva leveranser av paket och varor. Med drönare kan transporter undvika trafikstockningar och nå platser som är svåra att nå med traditionella transporter. Dessutom kan eldrivna drönare bidra till att minska utsläppen, luftföroreningarna och underhållet av vägar som är förknippade med traditionella fraktfordon. eVTOL-fordon (electric vertical take-off and landing), erbjuder möjligheten till vertikal start och landning, vilket gör dem lämpliga för stadsområden där markutrymme kan vara begränsat. Dessa fordon för persontransporter kan flyga som små helikoptrar och sedan övergå till att flyga framåt som traditionella flygplan, vilket ger snabba och effektiva transporter över korta till medellånga sträckor. Genom att använda eVTOL-fordon kan utsläppen och bullret minskas betydligt jämfört med konventionella flygplan och helikoptrar.

Detta projekt pågår inom ramen för utvecklingsprogrammet *Elektrifierad Luftfart i Sverige* (ELIS) som startade i Skellefteå 2020. ELIS bygger på att det finns ett stort transportbehov i regionen, en bred kompetens inom elektrifierings- och energiområdet, tomt luftrum, tillgång till grön el samt förutsättningar för test och utveckling i kallt och tufft klimat. Utöver detta finns andra förutsättningar i Skellefteå i form av investeringar som gjorts i infrastruktur på flygplatsen där 1 MW energiförsörjning finns dedikerad för elflygplan och eVTOL. Luleå tekniska universitet bedriver även forskning inom flera områden som kommer att vara viktiga för utvecklingen av eVTOL-trafik.

För att möta utmaningarna med urbanisering, ökad mobilitet och behovet av hållbara transporter krävs en integrerad strategi som inkluderar planering av stadsmiljöer, transportsystem och energiförsörjning. För att möta behoven av ökat antal resor och transporter i Skellefteås kalla klimat måste infrastrukturen vara inkluderande och tillgänglig, och den måste också kunna anpassas över tid då behoven och transportnormer förändras. Den stora inflyttning som sker till Skellefteå innebär potentiellt en befolkning med mer blandade resebeteenden, exempelvis kan det bland de nyinflyttade finnas en svagare bilnorm och större vana av att använda kollektivtrafik. Genom att olika transportsätt samverkar och planeras på ett effektivt sätt kan nya möjligheter för hållbara resor och transportvanor skapas för både nya och gamla Skelleftebor. Vardagen för invånare och besökare ska vidare förenklas genom innovativa digitala servicelösningar. Många av de aspekter som anses vara särskilt viktiga för Skellefteå är också centrala delar i konceptet 'mobilitetshubbar'.

2.1 MOBILITETSHUBBAR SOM KONCEPT

En mobilitetshubb är en fysisk plats som erbjuder en rad olika delade mobilitetstjänster, såsom gång, cykel, kollektivtrafik och bil, och syftar till att underlätta resor med flera olika transportsätt genom att sammanbinda dem på ett sömlöst sätt. Skellefteå kommuns definition på en mobilitetshubb är följande:

En mobilitetshubb är en fysisk plats i nära anslutning till service som ger möjlighet till byten mellan minst tre trafikslag och förenklar det intermodala resandet. För att ytterligare stärka det intermodala resandet och de hållbara färdmedlen ska mobilitetshubben lokaliseras i anslutning till kollektivtrafik. Vid hubbar med stora resandeflöden kan även kommersiella delade mobilitetstjänster finnas och även andra typer av tjänster/service.

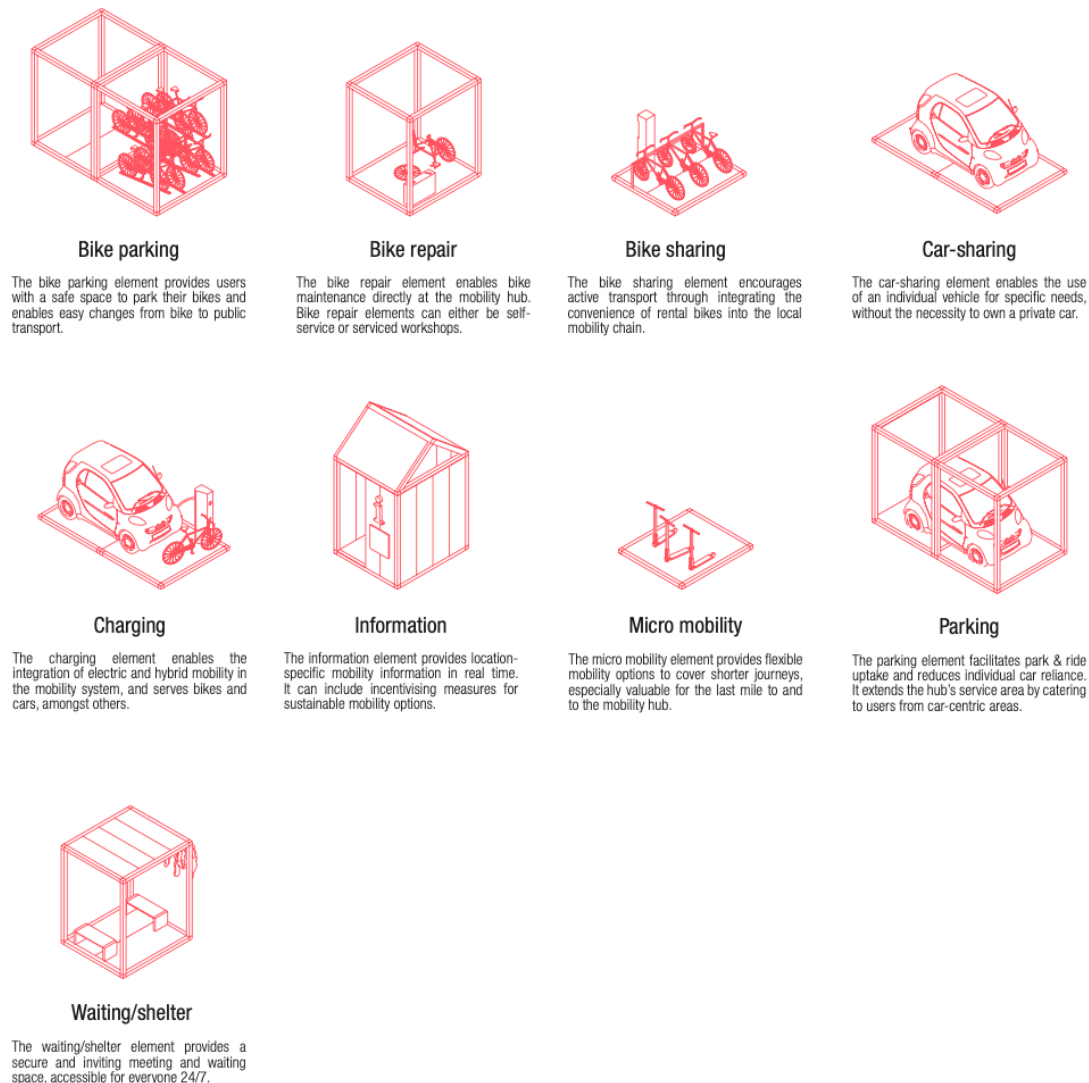
Konceptet med mobilitetshubbar har potentialen att vara den avgörande länken som skapar förutsättningar för hållbara resor, då de vid rätt utformning kan göra alternativa transportsätt enklare, mer attraktiva och smidigare att använda, vilket i sin tur kan minska behovet av att äga en egen bil. Genom att integrera olika servicetjänster, exempelvis paketutlämning och co-working-ytor, i anslutning till mobilitetshubbarna kan de erbjuda en mer komplett upplevelse och förenkla vardagslogistiken för människor.

Transport- och stadsutveckling är nära sammankopplade och genom analyser utifrån ett mobilitetsperspektiv kan hubbarna bli mer än bara ett transportnav. Hubben kan fylla en specifik funktion inom varje stadsdel genom att bli en samlingsplats, utställningslokal, evenemangsområde eller kontorslokal. Detta gör att hubben blir en viktig del av stadens struktur och förvandlas från en plats för enbart transportövergång till en destination.

Samtidigt som konceptet med mobilitetshubbar utvecklas sker det en snabb teknisk utveckling inom områden som laddning av elfordon, drönartransporter och förarlösa fordon, vilket öppnar upp för spännande möjligheter och kan komma att påverka utformningen och innehållet i framtida mobilitetshubbar. Till exempel kan drönare och andra tekniska innovationer spela en alltmer central roll inom distributionslogistik i logistikcentra och servicehubbar. Dessutom kan dessa servicehubbar potentiellt ingå som en del av ett integrerat system där infrastrukturen och resurser delas mellan gods- och persontransporter, vilket ytterligare främjar hållbar mobilitet.

I rapporten *Mobility hubs of the future – towards a new mobility behaviour* av RISE och Arup presenteras ett ramverk för planering av mobilitetshubbar som bygger på en katalog innehållande olika moduler (figur 1). Mobilitet är en snabbt föränderlig verklighet, både vad gäller tekniska framsteg och förändringar i användning, därför bör mobilitetshubbar inte vara statiska. Mobilitetshubbar måste vara planerade för att vara flexibla och förutseende inför förändringar och detta kräver anpassningsförmåga och flexibilitet hos själva

byggnaden. Värde över tid är en integrerad del av utvecklingen och genom att utforma en byggnad som är flexibel och kan anpassas till förändringar lägger vi grunden för att utforma så framtidssäkrade mobilitetshubbar som möjligt. Det föreslagna ramverket bygger på principen att hubbens värde ska förbli högt genom ett system med moduler som är snabba att implementera, kan kombineras på olika sätt, och är lätta att byta ut.



Figur 1. Grundläggande moduler att inkludera i planeringen av mobilitetshubbar. Grafisk presentation från rapporten *Mobility hubs of the future – towards a new mobility behaviour* av RISE och Arup.

Mobilitetshubbarna ska underlätta och stödja det mobilitetsbehov som boende och verksamma i Skellefteå kommun har i sin vardag. Mobilitetsarbetet bör därför innehålla medvetna och långsiktiga insatser med beteendepåverkande åtgärder som komplement till fysiska åtgärder för att stärka de hållbara färdmedlens konkurrenskraft. Enligt arbetsmaterialet för Skellefteå kommuns riktlinjer för mobilitetshubbar och noder, kräver en bra fungerande mobilitetshubb tre delar av infrastrukturen:

- Fysisk del som omfattar platsen och de olika mobilitetstjänsterna,

- Digital del med mjukvara och appar,
- Beteendepåverkande del med information och förändrade valsituationer för att öka användandet.

2.2 DRÖNARTRANSPORTER OCH EVTOL SOM KONCEPT

Advanced Air Mobility (AAM) är ett samlingsnamn för en framväxande gren av ny mobilitet som ofta förknippas med drönare och eVTOLs (electric vertical take-off and landing). Dessa är mindre luftfarkoster som kan trafikera kortare sträckor, inom till exempel urbana miljöer eller mellan stad och landsbygd.

Utvecklingen av drönare, vilka definieras som obemannade luftfartyg, har väsentligen skett utifrån militära syften, men i takt med att farkosterna utvecklats och blivit billigare har den civila användningen ökat. Drönare som transporter fungerar genom att de flyger från en plats till en annan med hjälp av fjärrstyrning eller autonomi. De kan användas för att leverera paket och varor på ett snabbare och mer effektivt sätt än traditionella transporter. Drönare kan undvika trafikstockningar och nå platser som är svåra att nå med traditionella transporter. Dessutom kan eldrivna drönare bidra till att minska utsläppen och luftföroreningarna som är förknippade med traditionella fraktfordon. Detta blir en viktig del av lösningen för att kunna säkerställa hållbara transporter i framtiden och minska klimatavtrycket av den växande e-handeln. Förutom transporter av gods kan drönare komma att användas inom en mängd andra områden, så som för inventering och besprutning inom skogs- och jordbruk, för mätningar och inspektioner inom bygg- och anläggning, samt inom blåljusverksamhet för att exempelvis transportera hjärtstartare, vårdutrustning och mediciner till avlägsna eller otillgängliga områden samt för att filma olycksplatser innan räddningstjänst är på plats.

eVTOL-fordon är en typ av flygplan som kan starta och landa vertikalt och är därmed lämpliga för stadsområden där markutrymme kan vara begränsat. Dessa fordon kan flyga som små helikoptrar och sedan övergå till att flyga framåt som traditionella flygplan, vilket ger snabba och effektiva transporter över korta till medellånga sträckor. Genom att använda eldrivna VTOL-fordon kan utsläppen och bullret minskas betydligt jämfört med konventionella flygplan och helikoptrar. fördelarna med att använda eVTOL-fordon för passagerartransporter är framförallt att de kan flyga över trafikstockningar och undvika marktrafik, men nackdelarna är att de kan vara dyra att tillverka och underhålla. Dessutom finns det säkerhetsrisker och regleringsproblem som måste lösas innan de kan användas på en bredare skala.

Urban Air Mobility (UAM), även känd som Advanced Air Mobility (AAM), är alltså ett potentiellt revolutionerande lufttransportsystem. Det som utmärker dessa farkoster är att de utvecklas för en helt ny marknad av persontransporter till skillnad från elflygplan som

delvis ska ersätta mindre fossildrivna plan på befintliga marknader. Möjligheterna att starta och landa vertikalt innebär en större flexibilitet för start- och målpunkter och behovet av investeringar i infrastruktur är ofta begränsat. Samtidigt krävs det ny infrastruktur jämfört med elflygplan som kan nyttja befintliga flygplatser. För att kunna möjliggöra utbredd användning av UAM/AAM kommer lämpliga start- och landningsområde, en vertiport, att behöva etableras för att integrera eVTOL-flygplansverksamhet i samhället. En vertiport är ett definierat område som kan stödja start och landning av eVTOL-farkoster under flygoperationer. En start- och landningsplats med tillhörande service för drönare kallas för droneport och innehåller generellt mindre funktioner än en vertiport.

I grund och botten är skillnaden mellan en droneport och en vertiport att droneports är inriktade på drönare och mindre obemannade flygande fordon, medan vertiports är utformade för större VTOL-farkoster och eventuellt lufttaxi i framtiden. Vertiporten är mer avancerade och omfattande än droneports eftersom de behöver hantera större och mer komplexa flygfordon. De kan vara utrustade med laddningsinfrastruktur, passagerarfaciliteter och andra anläggningar som krävs för att stödja persontransport och större godsleveranser. En droneport är en landningsplats som är speciellt utformad för att hantera och stödja drönare eller obemannade flygande fordon. Droneports används ofta för att ladda och byta batterier på drönare, hantera lastleveranser och tillhandahålla underhåll och reparationer. De kan vara mindre och enklare än vertiporter och finns ofta på platser där drönare används för logistikändamål eller övervakning.

2.3 MÖJLIGHETER OCH POTENTIAL

Genom möjliggörande av mer hållbar mobilitet jobbar vi mot att uppnå de globala hållbarhetsmålen samt nationellt uppsatta miljömål. Mobilitetshubbar och de ingående mobilitetstjänsterna kan ge följande sociala, ekologiska och ekonomiska nyttor på lokal och regional nivå:

- Minskade utsläpp från transporter genom minskad bilanvändning.
- Minskad klimatbelastning under byggskedet till följd av reducerat parkeringsbehov.
- Lägre boendepriiser när kostnader för byggnation av parkeringsplatser kan minskas.
- Minskade byggkostnader och reducerade biytor.
- Grönare bostadsgårdar som ej är underbyggda av garage, vilket ger bättre ekosystemtjänster och lokal dagvattenhantering.
- Ökad tillgänglighet genom bred mix av mobilitetstjänster i stället för endast tillgång till parkering för bil.
- Synliggör mobilitetstjänster.

En lyckad integration av drönarplattformar med befintliga transportsystem skulle kunna erbjuda flera fördelar. Till exempel skulle drönarplattformar kunna användas för snabba och

effektiva leveranser till och från mobilitetshubbar, vilket skulle förbättra tillgängligheten och servicegraden för resenärer. Dessutom skulle de kunna komplettera och förstärka de befintliga transportsätten genom att erbjuda alternativa och flexibla transportlösningar, särskilt för sista kilometern-resor.

Konceptet med drönarleveranser bidrar till att avlasta städer från vägtrafik och minska koldioxidutsläpp. Drönarteknik möjliggör snabbare leveranser, särskilt av medicinskt akuta produkter eller dagliga leveranser inom äldreomsorgen vid minskad personaltäthet. Under leveransen kan drönaren utföra en rad andra parallella uppdrag utan att äventyra leveransen. Det kan till exempel handla om övervakningsuppdrag som att inspektera vägförhållanden, vilt relativ närhet till väg, kraftledningar, skogsbränder med mera. Drönarens förmåga att utföra parallella uppdrag ger möjligheter till övervakning av landområden och infrastrukturer för kommuner, regioner och privata aktörer.

Transportdrönare kan också användas för kartläggning eller för att skapa digitala tvillingar genom att skanna en överflygning. 5G anslutningen gör det möjligt för drönaren att kommunicera den insamlade informationen i realtid för att förebygga och reagera på risker på ett effektivt sätt. Artificiell intelligens kan också bearbeta information från genomförda flygningar för att förbättra framtida flygningar i områden som redan överflugits.

3. POLITISKA FÖRUTSÄTTNINGAR OCH INCITAMENT

I EU:s strategi och handlingsplan 2020 betonas vikten av att investeringar inom mobilitet ska främja hållbar konsumtion genom att bland annat utveckla cykelinfrastrukturen, bygga laddstationer för elbilar och underlätta för multimodala transporter. Det socioekonomiska perspektivet är särskilt viktigt i denna strategi och betonar att mobilitetsinnovationer bör vara inkluderande och ekonomiskt överkomliga för alla människor. Det innebär att åtgärderna och investeringarna inom mobilitet ska vara utformade så att de gynnar hela samhället och inte bara en specifik grupp.

3.1 SVERIGES NATIONELLA MÅL

Sveriges har flera nationella mål, planer och strategier för att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgare och näringsliv i hela landet. Nedan följer en sammanfattning av de mål, planer och strategier som anses verka inom ramarna för detta projekt.

Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk: I Sveriges nationella klimathandlingsplan *En samlad politik för klimatet – Klimatpolitisk handlingsplan* är omställningen till fossilfria transporter en viktig del för att nå de globala målen och minska Sveriges klimatpåverkan. Handlingsplanen lyfter behovet av olika typer av styrmedel för att konsumenter och aktörer

ska kunna göra mer klimatsmarta val som också är ekonomiskt fördelaktiga. Bland annat behöver transportsektorn effektiviseras, elektrifieras och samordnas bättre med fokus på god tillgänglighet.

Nationella mål för transporter: Regeringens mål för transportpolitiken syftar till att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och hållbar transportförsörjning i hela landet. Funktionsmålet strävar efter att alla ska ha tillgång till transportsystemet med god kvalitet och användbarhet, med jämlikhet mellan könen. Hänsynsmålet fokuserar på att minimera dödsfall, allvarliga skador och påverkan på miljön. Som etappmål ska växthusgasutsläppen minska med minst 70 procent till 2030 jämfört med 2010, antalet trafikrelaterade dödsfall och allvarliga skador ska halveras till 2030, samt att vägtransporternas påverkan på miljön ska minskas.

Nationell plan för transportsystemet (2022-2033): Den nationella planen för transportinfrastruktur beskriver hur den statliga infrastrukturen ska underhållas och utvecklas. Planen omfattar i huvudsak:

- Drift och underhåll av statliga vägar och järnvägar.
- Investeringar i statliga vägar, järnvägar, farleder och slussar.
- Åtgärder för att minska infrastrukturens miljöpåverkan.
- Stöd till kommuner för att främja hållbara stadsmiljöer (stadsmiljöavtal).
- Medel till forskning och innovation.

I transportsystemet behöver gång- och cykelvägar, vägar, järnvägar, hamnar och flygplatser samspela och komplettera varandra för att möta samhällets behov. Det trafikslagsövergripande perspektivet är grundläggande i planeringen av hur vi ska använda vår infrastruktur smartare och effektivare. Utgångspunkten för Trafikverkets förslag är de transportpolitiska målen, inklusive klimatmålen. Trafikverkets övergripande prioritering är att i första hand vårda och utveckla den infrastruktur som redan finns, samt vidta åtgärder som gör att den utnyttjas effektivt. Transportsystemets funktion, användning och miljöpåverkan påverkas även av en rad andra faktorer som inte är en del av infrastrukturplanen, såsom styrmedel, regleringar och upphandlad trafik. För att nå de transportpolitiska målen är infrastrukturen en pusselbit bland flera.

Trafikverkets godsstrategi (2011-2020): Den nationella godstransportstrategin tydliggör riktningen för hur godstransportsystemet bör utvecklas. Strategin tar sikte på framtidens effektiva och smarta godstransporter som nyttjar järnvägen och sjöfartens kapacitet. Genom strategin vill man skapa förutsättningar för effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter. Strategin, som beslutats av regeringen, omfattar tre inriktningar:

- Konkurrenskraftiga och hållbara godstransporter.
- Omställning till fossilfria transporter.

- Innovation kompetens och kunskap.

Preciseringar av miljömålet God bebyggd miljö: Regeringen har fastställt tio preciseringar av miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö:

- Hållbar bebyggelsestruktur: En långsiktigt hållbar bebyggelsestruktur har utvecklats både vid nylokalisering av byggnader, anläggningar och verksamheter och vid användning, förvaltning och omvandling av befintlig bebyggelse samtidigt som byggnader är hållbart utformade.
- Hållbar samhällsplanering: Städer och tätorter samt sambandet mellan tätorter och landsbygd är planerade utifrån ett sammanhållet och hållbart perspektiv på sociala, ekonomiska samt miljö- och hälsorelaterade frågor.
- Infrastruktur: Infrastruktur för energisystem, transporter, avfallshantering och vatten- och avloppsförsörjning är integrerade i stadsplaneringen och i övrig fysisk planering samt att lokalisering och utformning av infrastrukturen är anpassad till människors behov, för att minska resurs och energianvändning samt klimatpåverkan, samtidigt som hänsyn är tagen till natur- och kulturmiljö, estetik, hälsa och säkerhet.
- Kollektivtrafik, gång och cykel: Kollektivtrafiksystem är miljöanpassade, energieffektiva och tillgängliga och det finns attraktiva, säkra och effektiva gång- och cykelvägar.
- Natur- och grönområden: Det finns natur- och grönområden och grönstråk i närhet till bebyggelsen med god kvalitet och tillgänglighet.
- Kulturvärden i bebyggd miljö: Det kulturella, historiska och arkitektoniska arvet i form av värdefulla byggnader och bebyggelsemiljöer samt platser och landskap bevaras, används och utvecklas.
- God vardagsmiljö: Den bebyggda miljön utgår från och stöder människans behov, ger skönhetsupplevelser och trevnad samt har ett varierat utbud av bostäder, arbetsplatser, service och kultur.
- Hälsa och säkerhet: Människor utsätts inte för skadliga luftföroreningar, kemiska ämnen, ljudnivåer och radonhalter eller andra oacceptabla hälso- eller säkerhetsrisker.
- Hushållning med energi och naturresurser: Användningen av energi, mark, vatten och andra naturresurser sker på ett effektivt, resursbesparande och miljöanpassat sätt för att på sikt minska och att främst förnybara energikällor används.
- Hållbar avfallshantering: Avfallshanteringen är effektiv för samhället, enkel att använda för konsumenterna och att avfallet förebyggs samtidigt som resurserna i det avfall som uppstår tas till vara i så hög grad som möjligt samt att avfallets påverkan på och risker för hälsa och miljö minimeras.

Mål för näringspolitik: Målet för näringspolitiken är att öka Sveriges konkurrenskraft och

främja skapandet av fler jobb genom att stärka innovation, entreprenörskap och företagens konkurrenskraft. Delmålen inkluderar att främja innovation och förnyelse, främja entreprenörskap för att skapa ett dynamiskt och mångsidigt näringsliv, samt att skapa ramvillkor och fungerande marknader som stärker företagens konkurrenskraft.

3.2 REGIONAL STRATEGI FÖR UTBYGGNAD AV MOBILITETSHUBBAR

Länstransportplanen (2018-2029): Länstransportplanen är Västerbottens gemensamma styrdokument för satsningar på utveckling av länets infrastruktur i form av vägar, järnvägar, gång- och cykelvägar, terminaler, miljö- och klimatåtgärder.

Det regionala trafikförsörjningsprogrammet (2020-2025): Västerbottens läns strategiska plan för den regionala kollektivtrafiken återfinns i det regionala trafikförsörjningsprogrammet. Ett nytt trafikförsörjningsprogram håller på att tas fram.

Västerbotten – en attraktiv region där olikheter skapar utvecklingskraft

Regional utvecklingsstrategi 2020–2030: Transportsystemen omfattar den fysiska infrastrukturen i form av vägar, gång- och cykelbanor, järnvägar, flygplatser samt farleder och hamnar. För ett fungerande transportsystem behövs även fordon, resecentrum, hållplatser och tekniska lösningar som på olika sätt underlättar användningen. Att det finns ett brett och väl fungerande transportsystem samt en digital infrastruktur, som knyter ihop städer, lands- och glesbygder i Västerbotten med varandra och vidare till omvärlden, är en nyckelfaktor för att kunna nå målen i de övriga prioriteringarna. Både transportsystemet i sig och användningen av det, påverkas av de omvärldsförändringar som pågår och har idag en påverkan på naturmiljöer, klimat och livsmiljöer. Därmed behövs en omställning till ett hållbart system och en successiv övergång till hållbara drivmedel, för att kunna bibehålla och utveckla transportsystemet i framtiden. Den digitala infrastrukturen, teknikutveckling och utveckling av nya drivmedel samt digitalisering av transportsystemet är möjliga verktyg i omställningen, samtidigt som de också kommer att förändra behoven av mobilitet, det vill säga människors möjlighet att transportera gods och sig själva till de platser de vill nå.

Thriving Northern Cities: En territoriell strategi för hållbar urban utveckling i norra Sverige mellan de sex största kommunerna i norra Sverige. Syftet med samarbetet är att identifiera gemensamma utmaningar och förutsättningar för att främja hållbar stadsutveckling och tillväxt, med koppling till den gröna omställningen som sker i norra Sverige.

3.3 KOMMUNALA PLANER FÖR MOBILITETSHUBBAR I SKELLEFTEÅ

Skellefteå kommun arbetar aktivt för ökad tillväxt, där hållbara och attraktiva livsmiljöer är en viktig del av kommunens planeringsarbete. I kommunens visionsarbete är det övergripande målet att växa från cirka 73 500 till 90 000 invånare fram till år 2030. Framsynthet och jämställdhet är viktiga förutsättningar för hållbar utveckling, vilket också lyfts fram i FN-målen och i de prioriterade områdena på nationell nivå. Skellefteå ska växa

genom att tillvarata kunskap och idéer, vara förberett för framtiden och ge alla människor, oavsett kön, samma möjligheter att forma ett tryggt och attraktivt samhälle.

Skellefteå 2030 - strategi för hållbar samhällsomvandling

Skellefteå 2030 är kommunens gemensamma utvecklingsarbete med en strategi som utgår från visionen "En hållbar plats för en bättre vardag". Visionen utgör tillsammans med det politiska målet att växa till 90 000 invånare senast år 2030 kärnan för strategin och dess riktningar. Strategin omfattar fyra övergripande områden som beskriver prioriteringar och riktningar för utvecklingsarbetet:

- En plats att trivas på.
- Kunskap och kreativitet för hela livet.
- Växtplats för hållbara och globala avtryck.
- Närhet i vardagen och till världen.

Skellefteå kommuns riktlinjer för mobilitetshubbar och noder: Nuvarande styrdokument för utformningen av mobilitetshubbar har en tydlig koppling till Utvecklingsstrategi Skellefteå 2030, Trafikprogram för Skellefteå kommun och Riktlinjer för parkering och den översiktliga planeringen. *Närhet i vardagen och till världen* är det övergripande område som innefattar resor, transporter och uppkoppling. Inriktningarna för detta område omfattar *Enkla och tillgängliga vardagsresor, Digital infrastruktur som förenklar vardagen* samt *Utvecklade och samordnade trafikslag*. Flera av inriktningarna för strategiområdet *Närhet i vardagen och till världen* har en tydlig koppling till riktlinjerna för mobilitetshubbar och noder.

Enkla och tillgängliga vardagsresor innebär att det ska vara enkelt och säkert att resa i Skellefteå oavsett om det sker på landsbygden, mellan tätorter eller inom staden. När lösningar för såväl kollektivtrafik som gång- och cykeltrafik är rätt utformade blir det dessutom lätt för alla människor att ta eget ansvar för klimat, miljö och hälsa.

Trafiklösningarna utgår från perspektivet på hela resan och utvecklas för att vara inkluderande för alla och för att möta olika resmönster och behov. Detta uppnås genom:

- Tillgänglig kollektivtrafik med låg klimatpåverkan: Det kollektiva resandet ska öka. Kollektivtrafiken är viktig både när det handlar om att underlätta vardagspendling och att skapa likvärdiga möjligheter att bo, arbeta och studera i hela kommunen.
- Stadigt ökande gång- och cykeltrafik: Gång- och cykeltrafiken är i grunden hållbar, men här finns också fördelar inom jämställdhet och inkludering som är viktig för Skellefteås fortsatta utveckling.
- Enkla och säkra bilresor med minskad miljöpåverkan: Vägnätet i Skellefteå ska vara väl utformat för en ökande befolkning och en växande kommun. Då kan varje resa med bil genomföras på ett säkert och hållbart sätt.

Digital infrastruktur som förenklar vardagen handlar om att genom att dra nytta av nya tekniska lösningar göra samhällsservice och mötesplatser tillgängliga för ännu fler. Samtidigt bidrar den digitala infrastrukturen till att både människor och verksamheter enkelt når ut till sina marknader, kunder och individer. Digital infrastruktur som förenklar vardagen uppnås genom:

- Nya och utvecklade servicelösningar: Offentliga verksamheter vågar gå före när det handlar om ny teknik och datadriven utveckling för nya säkra och användarvänliga servicelösningar. På så sätt kan vi bli snabbfotade, innovativa, hållbara och resurseffektiva.
- Uppkopplade invånare och företag: Den digitala infrastrukturen är inkluderande och omfattar människor och företag runt om i hela Skellefteå. Detta säkerställer och utvecklar konkurrens- och attraktionskraft.
- Ett inkluderande förhållningssätt: Samverkan mellan civilsamhället, offentlig och privat sektor ska överbrygga kunskapsklyftor och möjliggöra användning av digitala tjänster och service för alla.

Utvecklade och samordnade trafikslag innebär utvecklade noder och flöden för järnvägstrafik, sjöfart, vägtrafik och flyg knyter Skellefteå närmare resten av världen. Genom kommunen transporteras gods i funktionella och sammanhängande stråk och det är enkelt att byta mellan olika transportslag. Detta uppnås genom:

- Utvecklad planering och samordning för hållbara resor och transporter: Med helhetssyn och hållbarhetstänk skapas infrastruktur och systemlösningar för konkurrenskraftiga och hållbara resor och transporter.
- Effektiva järnvägstransporter för en växande region: Effektiva järnvägstransporter är en nödvändighet för att möjliggöra en större region, vardagspendling och för säkerställa näringslivets behov av hållbara godstransporter.
- Effektiva och miljövänliga sjötransporter: Skellefteå ska fortsätta utvecklas för att möta teknikutvecklingen inom sjöfarten och ökande behov av internationella godstransporter.
- Offensivt nav för hållbar flygtrafik: Skellefteå ska vara en innovativ ledare inom hållbar flygtrafik och agera som testbädd för framtidens flyg.

Trafikprogrammet för Skellefteå kommun

Programmet beskriver de utmaningar som kommunen står inför och pekar ut ett antal fokusområden som Skellefteå kommun behöver arbeta med för att klara de utmaningarna och kunna skapa ett hållbart transportsystem. Riktlinjerna för mobilitetshubbar och noder tar avstamp i Trafikprogrammet genom att förklara hur mobilitetshubbar bidrar till fokusområdena och utgör en del av lösningarna för att klara utmaningarna.

Riktlinjer för parkering: Riktlinjerna ska stödja kommunens övergripande mål och planer och bidra till att dessa uppfylls. De fyra övergripande riktlinjer för parkering anger att Skellefteå kommun ska verka för:

- Öka det hållbara resandet i hela kommunen (hela resan).
- Attraktiv och hållbar stadsmiljö.
- Balanserad och god tillgänglighet för samtliga trafikantslag.
- Effektivare markanvändning.

4. SYSTEMKARTLÄGGNING FÖR MOBILITETSHUBBAR MED EVTOL OCH DRÖNARE

4.1 AKTÖRSKARTLÄGGNING OCH RELEVANTA INTRESSENTER

Mobilitetshubbar utgör ett nyskapande transportalternativ som har potential att förändra hur människor rör sig i städer och på landsbygden. Dessa hubbar syftar till att underlätta människors rörlighet utan att behöva äga en bil och därmed gynna användarna på många olika sätt. Genom att erbjuda prisvärda och smidiga transportlösningar kan mobilitetshubbar spara användarna både tid och pengar, samtidigt som de främjar hållbar rörlighet och minskar miljöpåverkan. Genom att ta hänsyn till alla relevanta intressenter vid planering och utveckling av mobilitetshubbar kan man skapa mobilitetshubbar som är till nytta för alla. Det finns många intressenter för mobilitetshubbar, några av de viktigaste är:

- **Användare:** Mobilitetshubbar kan gynna användare på många sätt. De kan spara användare pengar genom att erbjuda dem ett prisvärt sätt att ta sig runt. De kan också spara användare tid genom att göra det lättare för dem att byta mellan olika transportmedel. Dessutom kan mobilitetshubbar bidra till att minska användarnas miljöpåverkan genom att uppmuntra dem att använda kollektivtrafik eller cykla istället för att köra bil.
- **Kommuner:** Mobilitetshubbar kan gynna kommuner på många sätt. De kan bidra till att minska trafiken och föroreningarna. De kan också bidra till att göra städerna mer attraktiva för boende och företag. Dessutom kan mobilitetshubbar skapa nya jobb och bidra till att förbättra ekonomin.
- **Trafikföretag:** Mobilitetshubbar kan vara en plattform för trafikföretag att erbjuda sina tjänster till en bredare publik. Detta kan öka trafikföretagets intäkter och minska deras kostnader. Dessutom kan mobilitetshubbar hjälpa trafikföretag att utveckla nya tjänster och produkter.
- **Transportplanerare:** Mobilitetshubbar kan hjälpa transportplanerare att skapa ett mer hållbart transportsystem. De kan bidra till att göra det lättare för människor att ta sig runt utan att behöva äga en bil, vilket kan minska trafiken och föroreningarna.

Dessutom kan mobilitetshubbar hjälpa transportplanerare att utveckla nya transportsystem och infrastruktur.

- Byggföretag: Mobilitetshubbar kan vara en möjlighet för byggföretag att bygga nya byggnader och infrastruktur. Detta kan skapa nya jobb och bidra till att förbättra ekonomin. Dessutom kan mobilitetshubbar hjälpa byggföretag att utveckla nya byggmetoder och tekniker.

Intressenter för mobilitetshubbar i Skellefteå kommun:

- Offentliga aktörer: Skellefteå Kommun, Region Västerbotten, Länsstyrelsen och Trafikverket.
- Universitet: Luleå tekniska universitet och Umeå universitet.
- Publika bolag: Skellefteå flygplats, Skellefteå Science City, Skellefteå kraft, Skellefteå campus, Skellefteå Buss, SkeBo, Resecentrum Skellefteå och Skellefteå Industrihus.
- Innovationsaktörer: Center for Energy, ELIS program, Sustainable Skellefteå och North Sweden cleantech.
- Industrier: Northvolt, Skanska, Boliden AB och Träindustrin.
- Forskningsinstitut: RISE och VTI med flera.
- Övriga: Skellefteå sjukhus, Civilsamhället.

4.1.1 INTRESSENTER FÖR MOBILITETSHUBBAR MED EVTOL OCH DRÖNARE

En kartläggning av målgrupper och intressenter för mobilitetshubbar med drönare och eVTOL (flygtaxis) är viktig för att kunna främja en framgångsrik implementering och användning av dessa teknologier. Genom att identifiera och förstå de olika aktörerna som kan vara involverade i och påverkas av dessa innovativa transportsystem kan strategier och åtgärder utformas för att möta deras behov och önskemål.

En central målgrupp för mobilitetshubbar med flygtaxis utgörs av passagerare som söker snabba och effektiva lufttransporter. Användarna av mobilitetshubbar med eVTOL inkluderar privatpersoner, affärsresenärer och turister som har intresse av att dra nytta av dessa moderna transportmedel. Genom att förstå och tillgodose passagerarnas behov och preferenser kan man utforma tjänster och faciliteter som möter deras krav och därmed öka användningen av dessa banbrytande teknologier.

För att framgångsrikt implementera mobilitetshubbar med eVTOL och drönartransporter krävs samarbete och samverkan med olika intressenter, särskilt kommersiella aktörer. Dessa företag och organisationer verksamma inom olika branscher kan dra nytta av flygtaxis och drönartransporter för sina verksamheter. Exempelvis kan kurir- och logistikföretag effektivisera sina leveransprocesser, inspektionsföretag utföra inspektioner på svåråtkomliga platser och räddningstjänster dra nytta av snabb transport i nödsituationer. Att locka till sig

dessa kommersiella aktörer är en utmaning, särskilt i de tidiga stadierna då affärsriskerna och kostnaderna för de första aktörerna kan vara höga. För att underlätta deras deltagande och uppmuntra investeringar kan det vara nödvändigt med någon form av stöd och incitament, samtidigt som man håller fast vid hållbarhetsmål och gällande regelverk för att främja ansvarsfull utveckling av eVTOL och drönartrafiken i regionen.

Andra relevanta aktörer för framtidssäkrade mobilitetshubbar inkluderar fastighetsägare som har ett intresse av att höja värdet på sina fastigheter och uppnå sina politiska mål genom att investera i hållbara transportalternativ och tillgänglighet. På så vis kan de bidra till en hållbar och attraktiv miljö för både boende och verksamheter. På liknande vis är arbetsgivare också viktiga aktörer i omställningen mot hållbar mobilitet. Genom att främja hållbara transportsätt kan de skapa attraktiva arbetsplatser och bidra till en mer hållbar samhällsutveckling. Detta kan också vara en konkurrensfördel när det gäller att attrahera och behålla de bästa talangerna inom branschen.

Utöver de offentliga aktörerna är samverkan med privata företag och organisationer också av största vikt. Inom industri-, tjänste- och besöksnäringen finns det ett antal lokala aktörer som har betydande transportbehov. Genom att involvera dessa aktörer i planerings- och utvecklingsfasen kan man säkerställa att eVTOL-trafiken blir anpassad efter regionens unika behov och potential. Dessutom öppnar samarbetet upp för möjligheten att integrera eVTOL med befintliga transportsystem och därmed skapa en smidig övergång till den nya teknologin. Mobilitetshubbar kan också fungera som en plattform för trafikföretag att erbjuda sina tjänster till en bredare publik, vilket inte bara ökar deras intäkter utan också stimulerar utvecklingen av nya tjänster och produkter.

Teknikleverantörer som utvecklar och tillverkar flygtaxis och drönartransportsystem är viktiga intressenter i implementeringen av mobilitetshubbar. I Sverige finns KATLA aero som utvecklar och producerar högkvalitativa drönare och eVTOL för BVLOS (beyond visual line of sight). Genom att samarbeta med dem kan man dra nytta av deras expertis och tekniska lösningar för att integrera dessa transportmedel på ett säkert och effektivt sätt i mobilitetshubbar. I Sverige finns även Kookiejar som arbetar med att utveckla modulära vertiportlösningar. Genom att studera och samarbeta med dem kan regionen dra nytta av deras erfarenheter och expertis för att optimera utformningen och funktionen av sina egna vertiports.

Genom en omfattande samverkan mellan alla berörda parter, både offentliga och privata, kan Skellefteå kommun bygga en hållbar och framåtblickande infrastruktur för eVTOL-trafik. Samarbete krävs mellan flera nivåer i samhällsstrukturen. Staten spelar en nyckelroll i att utforma övergripande politik och strategier för hållbar mobilitet. Genom regelverk, ekonomiska styrmedel och investeringar i infrastruktur kan de påverka och stödja hållbara transportsystem i landet. Regionerna har också en viktig roll att spela, särskilt när det gäller

kollektivtrafiken. De har ansvar för att förbättra och utveckla hållbara transportsystem inom sina geografiska områden, vilket är kritiskt för att uppnå hållbar mobilitet på regional nivå.

På den lokala nivån har kommunerna en central position. Som den närmaste aktören till medborgarna påverkar de starkt den lokala mobiliteten. Som största arbetsgivare, fastighetsägare och genom inflytandet över stadens planering och trafiklösningar har kommunen en unik möjlighet att främja hållbara transportalternativ.

Samhällsaktörer som stadsplanerare och myndigheter spelar en nyckelroll i att möjliggöra och reglera användningen av flygtaxis och drönartransporter. Dessa intressenter är ansvariga för att fastställa riktlinjer och regler för infrastruktur, flygrutter, säkerhetsstandarder och lagstiftning. Genom att involvera dessa aktörer säkerställer man att mobilitetshubbarna och deras användning av flygtaxis och drönartransporter integreras smidigt i stadsplaneringen och att nödvändiga tillstånd och certifieringar erhålls. Det är också viktigt att ta hänsyn till andra samhällsintressenter, såsom lokalbefolkningen och intressegrupper, som kan påverkas av aspekter som buller och säkerhet. Genom att involvera dessa aktörer i planerings- och beslutsprocesser kan man säkerställa att deras oro och behov beaktas och att mobilitetshubbarna utformas på ett sätt som gynnar hela samhället.

För att etablera förutsättningar för kommersiell eVTOL-trafik i regionen krävs nära samverkan med olika aktörer, både offentliga och privata. En lyckad implementering av denna framtidsteknologi kräver samarbete mellan Skellefteå kommun, Region Västerbotten, Skellefteå Airport, Skellefteå Kraft, LFV och ACR (Aviation Capacity Resources). Dessa intressenter utgör nyckeln till att skapa en holistisk och sammanhängande infrastruktur som möjliggör effektiv och hållbar lufttransport, nu och i framtiden.

Relevanta aktörer i ekosystemet för utvecklingen av mobilitetshubbar, droneports och vertiports i Skellefteå kommun samt tillverkningen av drönare och eVTOL-farkoster:

- Offentliga aktörer: Luftfartsverket, Transportstyrelsen, Skellefteå Kommun, Region Västerbotten, Länsstyrelsen och Trafikverket.
- Universitet: Luleå tekniska universitet och Linköping universitet.
- Publika bolag: Skellefteå flygplats, Skellefteå Science City, Skellefteå kraft, Skellefteå campus, Skellefteå Buss, SkeBo, Resecentrum Skellefteå och Skellefteå Industrihus.
- Innovations aktörer: Arctic Center for Energy Technology, ELIS program (Skellefteå Science City), Sustainable Skellefteå och North Sweden cleantech med flera.
- Industrier: Northvolt, Skanska, Boliden AB och Träindustrin.
- Forskningsinstitut: RISE och VTI med flera.
- Infrastruktur för drönare: Drönarutvecklare, Kookiejar, TKH Solutions, Telia, Ericsson, White Arkitekter, Katla med flera.

- Övriga: Skellefteå sjukhus, Civilsamhället.

Projektet har haft bäring på sammarbetspartnernas involvering i projekt som angränsar mobilitet både genom Skellefteå Science City som huvudman för utvecklingsprogrammet ELIS, där flertalet initiativ pågår för att accelerera implementeringen av elflyg genom utvecklingen av testmöjligheter för dessa, samt genom ett nära samarbete med det närliggande Formas projektet *Klimatneutrala och inkluderande kommuner* där en övergripande aktörsanalys har genomförts för mobilitetssystemet i Skellefteå.

Vi har deltagit i workshop med aktörer från näringsliv och civilsamhälle för att utreda behov och beteenden och för att identifiera möjligheter kopplat till mobilitetshubbar med integrering av drönare och eVTOL. Dessa möten har innefattat intressenter från Industri (Northvolt), bygg-(Skanska) och transportföretag (Katla) samt offentliga aktörer, kommun och kommunala bolag (Skellefteå Airport, Skellefteå Science City, Skellefteå Buss). Resultatet från dessa möten har tagits vidare i två följande projekt:

- Ett projekt gällande etablering av en droneport på Hammarängen för drönantransporter inklusive en bas för drönanlogistik.
- Ett planerat projekt mellan RISE och Northvolt gällande övervakning av deras logistikområde med hjälp av drönare.

Då ett antal projekt pågår i Skellefteå med fokus mobilitet har en mobilitetsgeneral utsetts för att säkerställa överhörning mellan projekten samt ett gemensamt utbyte av kunskap och insikter från workshops, möten och forum. En kontinuerlig dialog har hållits med mobilitetsgeneralen i syftet att erhålla relevant input och ta del av överhörningen.

4.2 OMVÄRLDSANALYS

Nationella initiativ rörande utvecklingen och etablerandet av mobilitetshubbar har blivit allt mer framträdande. Dessa initiativ drivs av målet att skapa smartare, mer effektiva och miljövänliga transportsystem som kan möta framtidens utmaningar inom mobilitet och stadsplanering. Hållbara mobilitetsinitiativ kan observeras över hela Sverige. Städer som Lund, Uppsala, Stockholm och Göteborg har arbetat för att minska bilberoendet och främja kollektivtrafik och cykling. Tågresor som transportmedel har ökat, och Sverige har över det europeiska genomsnittet när det gäller andelen kollektivtrafikanvändare. Trots framsteg i stadsområden behövs ytterligare åtgärder för att nå utsläppsmålen, särskilt i mindre urbana områden. Sverige fokuserar också på moderniseringen av transportnav, mobilitetshubbar, och utvecklar attraktiva platser vid bussterminaler och stationer för att främja flermodala transportlösningar. Exempelvis centralstationen i Växjö som syftar till att kombinera ökad kapacitet för kollektivtrafiken med attraktiviteten för stadskärnan genom att erbjuda tåg- och bussförbindelser, väntområden, kaféer och restauranger, biljettförsäljning, bankomater, bostäder och kommersiella utrymmen samt mötesplatser för gemenskap.

En sammanfattning av ett urval av ytterligare nationella projekt och fallstudier följer nedan.

- Mobilitetshubbar vid service- och handelsnoder
 - Projektet syftade till att undersöka förutsättningarna kring att etablera mobilitetshubbar vid service- och handelsnoder i ytterstadsområden. Målet var satt till "Bidra till en utveckling mot mer hållbara mobilitetslösningar" och genom samverkan mellan Linköping kommun, ICA Fastigheter och IUS innovation var både offentlig och privat sektor representerat.
- Fallstudie i Linköping
 - Inom projektet *The future of mobility hubs – towards a new mobility behaviour* av RISE och Arup gjordes en fallstudie för att illustrera tillämpningen av mobilitetshubbsramverket på en plats i Linköping. Genom att anpassa konceptet till lokala behov visar studien hur mobilitetshubben blir en destination som främjar hållbar rörlighet och socialt värde för den lokala gemenskapen. Ramverket kan vara en resurs för fler platser som strävar efter att anta ett mer mångsidigt och flexibelt rörlighetssystem.

4.2.1 INTERNATIONELLA OCH NATIONELLA INITIATIV - DRÖNARE OCH EVTOL

Det pågår just nu en stor mängd initiativ kring drönare och autonom luftfart både globalt och inom Sverige. Samtliga initiativ bidrar på olika sätt till utvecklingen av autonom luftfart inom det ekosystem som behöver byggas upp. Framsteg inom drönarteknik, navigationssystem, bildbehandling och autonoma algoritmer har ökat kapaciteten och pålitligheten hos drönare. Flera företag runt om i världen, inklusive stora teknikjättar som Amazon och Google, har investerat i drönartransporter och genomfört tester för att utvärdera dess praktiska användning. Inom projektet *Den autonoma flygplatsen – nod i framtidens drönarleveranser* fann man att det finns ca 170 företag världen över som utvecklar elektrifierade flygfarkoster för person och varutransporter.

Flera internationella konsultföretag som McKinsey & Company, PwC, Boston Consulting Group (BCG), Booz Allen Hamilton, Capigami etc. har också visat intresse för drönarleveransbranschen. Detta anses kunna ge betydande fördelar, inklusive accelererad tillväxt, marknadsvalidering, stöd för reglering, affärsutveckling, teknikintegration och standardisering. Det signalerar den ökade acceptansen och erkännandet av drönare som en livskraftig och effektiv lösning för sista-milen-leveranser.

Globalt sett har flera företag redan engagerat sig i utvecklingen av vertiports, det vill säga anläggningar för start och landning av eVTOL-farkoster. Exempelvis finns Skyportz i Australien, Urban-Air Ports i Storbritannien samt Volatus och Beta i USA. Europas första permanenta droneport, anläggning för drönare, byggdes i Paris 2022 och utanför Europa finns det droneports i bland annat Kina och Dubai. En av Europas första permanenta flygplatser för drönare ska etableras i Skellefteå. Tillsammans med Skellefteå kommun och

Skanska utvecklas droneporten i logistikområdet Hammarängen, med ambitionen att den skall vara på plats under hösten 2023.

Skellefteås droneport är en följd av förstudien genomförd inom ramen för utvecklingsprogrammet ELIS (Elektrisk Lufttransport i Skellefteå). Studien syftade till att ta reda på hur flygande eldrivna drönare kan bli en del av framtidens hållbara logistiknät i Sverige. Droneporten i Hammarängen ska möjliggöra ett antal av de aktiviteter som kommer att ingå i ett Living Lab. Det handlar bland annat om att skapa en infrastruktur som möjliggör tester, utveckling och demonstration i verkliga förhållanden. Drönarna kommer främst vara avsedda för pakettleveranser och på sikt även persontransporter.

Inom ramen för ELIS drivs även ett antal andra satsningar varav några beskrivs kortfattat nedan. Detta innebär att det finns och skapas förutsättningar för ytterligare satsningar i Skellefteå kring elektrifierad luftfart där ett antal har koppling till drönare, eVTOL och autonom luftfart.

- Installation av Sveriges kraftigaste elförsörjning för laddning av elflygplan
 - På Skellefteå Airport finns 1 MW tillgänglig effekt på airside dedikerad till laddning av eldrivna flygfarkoster. Detta möjliggör test och utveckling av större elflygplan och laddare samt möjliggör snabbbladdning i kommersiell trafik.
- Green Flight Academy
 - Pilotutbildning för trafikpiloter baserad i Skellefteå. En av världens hållbaraste pilotutbildning där så stor del av utbildning som möjligt genomförs med de tre elflygplan som är baserade på flygplatsen. Potential att på sikt utöka verksamheten kopplat till eVTOL, drönaroperatörer m.m.
- Teststräcka för eVTOL
 - Ett stort och uppmärksammat projekt som genomfördes under 2021-2022 med delfinansiering från Energimyndigheten. Projektet tog fram ett betydande kunskapsunderlag kring framtidens persontransporter med eVTOL-farkoster. Det handlade bl.a. om markinfrastruktur, luftrumfrågor, tillstånd, elektromagnetiska störningar, affärsmodeller samt verifierande flygningar utom synhåll med en stor vingdrönare på en 13 km lång teststräcka för eVTOL mellan Skellefteå Airport och Northvolt Ett.
- FAIR-projektet
 - Skellefteå hade en aktiv roll i det stora elflygsprojekt som drevs av Kvarkenrådet 2021-2022. Inom projektet genomfördes studiebesök på Skellefteå Airport och projektets slutkonferens anordnades i Skellefteå. I dagsläget planeras för ett uppföljande projekt med fokus på kommersiell implementering och potential.
- Resurseffektiva system för flygplatser med stor andel elflyg

- Ett projekt tillsammans med Uppsala universitet, RISE och Swedavia som, med Skellefteå Airport som studieobjekt, har analyserat ett optimerat elbehov och elförsörjning på flygplatser när delar av den luftburna trafiken är elektrifierad. Här finns i nuläget en ansökan om ett fortsättningsprojekt som bl.a. ska undersöka energilagring m.m. i skarp miljö på Skellefteå Airport.
- Den autonoma flygplatsen - nod för drönarlogistik
 - Ett nationellt projekt som tagit fram en samlad bild av utmaningar och möjligheter för flygplatser kopplat till framtidens drönartrafik.
- ELIS Program och droneporten i europeiskt nätverk för testcenter
 - ELIS Program och den nya droneporten i Skellefteå har blivit utvalda av tyska flyg- och rymdforskningsinstitutet DLR att tillsammans med ca tjugo andra platser ingå i det europeiska nätverk med testcenter för obemannad luftfart som de bygger upp.
- Demonstratorprogram för utveckling av vätgasdrivet flyg
 - Unikt samarbetsprojekt som samlar hela ekosystemet kring vätgasdrivet flyg (flygplats, vätgasproducent, flygbolag och utvecklare av vätgasdrivlina) med målet att etablera testflygningar och på sikt kommersiella flygningar med bas på Skellefteå Airport. Utöver flygplatsen medverkar ZeroAvia, Skellefteå Kraft och Braathens Regional Airlines.
- Elektromagnetisk interferens och kompatibilitet
 - Projekt som undersöker utmaningar kring elektromagnetism i flygplatsmiljöer när allt mer i flygplatsmiljön elektrifieras. Även kopplat till droneport/vertiport och autonom luftfart.
- Testbädd för elektromagnetisk kompatibilitet hos elflygplan och laddare
 - Förstudie kring möjligheterna att bygga en testbädd för elektromagnetisk kompatibilitet på Skellefteå Airport.
- Utveckling av testbädd
 - Ett övergripande arbete som syftar till att bygga upp en struktur och kompetenskluster för tester och utveckling av farkoster och delkomponenter inom elektrifierad luftfart, bland annat med fokus på tuffa väderförhållanden.

Ett urval av andra nationella och internationella initiativ inom ramen för utveckling av drönarleveranser och drönare för att främja mobilitet på landsbygden sammanfattas nedan.

- Drönarleveranser i Glesbygd
 - Projektet koordinerades av RISE (Research Institutes of Sweden) i samarbete med Aerit - den svenska drönarleverans start-upen, ICAX - innovationsgruppen på ICA Gruppen, Norrtälje kommun, och ICA Gräddö - den lokala ICA-mataffären och postombud. Projektet syftade till att utveckla drönarleveranslösningar, integrera drönare med sista-mil-leveranskedjan,

genomföra pilotstudier i Norrtälje kommun, samt undersöka lösningens genomförbarhet, användaracceptans och påverkan på transport utsläpp.

- Aerits leveranshubb i Värmdö kommun
 - Det svenska företaget Aerit erbjuder nu drönarleveranser till utvalda hushåll i Värmdö kommun. Tjänsten kommer erbjuda en rad produkter, inklusive apoteksvaror, dagligvaror, måltider och detaljhandelsvaror från butiker och restauranger i Värmdö Köpcentrum.
- Test av drönarleveranser för hemtjänst och räddningstjänst
 - Projekt mellan Katla Aero och Åsele Näringslivsstiftelse för att testa drönartransporter mellan Åsele och Fredrika. Syftet med projektet var att testa drönarleverans av mindre laster och utvärdera om detta kunde leda till lägre kostnader, lägre miljöpåverkan och effektivare administration.
- Skara skyddsängel
 - Projektet för att utveckla och testa drönarbaserade lösningar för cykelbelysning i Skara kommun i syfte att ta itu med utmaningar för aktiva resor i en lång mörk nordisk miljö. Genom behovsbaserat infrastrukturstöd syftar projektet till att göra aktiva resor säkra och attraktiva och därmed stödja hälsosamma och kostnadseffektiva resvanor.
- Drone center Sweden och testbädden TUVA
 - Drone Center Sweden har ett unikt testbäddsprojekt, TUVA, i Västervik med stöd av Vinnova och Västerviks kommun. Projektet har fått klartecken till geografiska UAS-zoner (Unmanned Aircraft Systems) för drönare i luftrummet i Västervik. Det innebär startskottet till ett nationellt drönarcentrum för utveckling av obemannade flygande system. Där kommer konceptet U-space att testas av bransch, myndigheter och andra aktörer. 2021 – 2024 drivs testbädden kommersiellt och med medverkan av EU projektet AFarCloud samt flera andra tillämpningsprojekt såsom EDIT 3.0 och med stöd av Trafikverket i PNK4UTM projektet tillsammans med Telia, Tre, Ericsson, RISE och AstaZero, SWEPOS/Lantmäteriet, Södra skogsägarna, Vattenfall, T2-data, WASP/ WARA

För att framtidssäkra planeringen av mobilitetshubbar i kallt klimat finns WWCAM, ett internationellt nätverk av vinterstäder runt om i världen som möjliggör möten och erfarenhetsutbyte för borgmästare. Deras fokus ligger på att utforska vinterteknologier och hantera utmaningar kopplade till vinterförhållanden. Borgmästarna diskuterar stadsplanering, vintertransport, snöröjning, avfallshantering, turismfrämjande och resursutveckling för att stödja stadsutveckling och övervinna extrema klimatförhållanden.

4.3 TEKNISKA OCH AFFÄRSMÄSSIGA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MOBILITETSHUBBAR

Tekniska och affärsmässiga förutsättningar för mobilitetshubbar refererar till de ekonomiska och affärsmässiga faktorer som påverkar framgången och hållbarheten för sådana infrastrukturer. Dessa förutsättningar är avgörande för att skapa och upprätthålla mobilitetshubbar som effektiva och lönsamma lösningar för att möta transportbehov och främja hållbara transportsystem.

Etableringen av mobilitetshubbar kräver betydande investeringar i infrastruktur, teknologi och tjänster. Det är viktigt att säkerställa en tillräcklig och hållbar finansiering för att bygga, underhålla och uppgradera hubbarna över tid. Samarbete och partnerskap är också nödvändiga för framgång. Mobilitetshubbar involverar många olika intressenter, såsom stadsplanerare, kollektivtrafikoperatörer, privata företag och teknikleverantörer och ett effektivt samarbete är avgörande för att integrera olika transportsätt och tjänster på hubbarna.

För att lyckas med implementeringen krävs att mobilitetshubbarna erbjuder attraktiva och bekväma tjänster för användarna. Det kan inkludera kollektivtrafikanslutningar, cykeluthyrning, delningstjänster, parkeringsfaciliteter och mer. Genom att erbjuda mångsidiga och användarvänliga alternativ blir hubbarna mer lockande för människor att använda. Mobilitetshubbar bör vara skalbara för att kunna anpassas till olika städer och regioners behov. Flexibilitet i design och kapacitet gör det möjligt att anpassa hubbarna efter efterfrågan och förändrade förhållanden över tid.

En annan förutsättning för effektiv drift och tjänster på mobilitetshubbar är användning av data och avancerad teknologi. Smarta lösningar för bokning, informationsdelning och transportoptimering kan förbättra användarupplevelsen och effektiviteten. Mobilitetshubbar bör bidra till samhällsvinster genom att skapa ekonomiskt hållbara lösningar samt bidra till minskad trafikstockning, minskade utsläpp, bättre luftkvalitet och förbättrad livskvalitet för invånarna.

Utöver att hubbarna ska uppfylla tekniska krav på tillgänglighet så behöver de också ge utrymme för varuhantering och att omgivande miljö möjliggör behovet för varudistribution till och från hubbarna. En god förståelse för stadens fysiska karaktär och kultur är nödvändig för att mobilitetshubbarnas utformning ska spegla sin stads identitet och således bli accepterade av medborgarna. Genom att omsorgsfullt gestalta de olika hubbarna, med ett enhetligt formspråk och vägvisande markeringar annonseras deras mobila funktioner på ett intresseväckande sätt samtidigt som de blir visuellt orienterbara och sammanhängande. Mobilitetshubbens olika sociala funktioner ger potential till att främja social sammanhållning som vidare kan motivera till nya resebeteenden, eftersom människor av sin natur är sociala

varelser. Här kan också bemannad personal och ambassadörer spela en viktig roll i uppstarten för att lära invånarna hur mobilitetshubbarna fungerar.

Implementeringen av mobilitetshubbar är således en komplex process, speciellt med den snabba tekniska utveckling som sker och de många aktörer som är involverade i flöden från och till en mobilitetshub. Implementeringen inkluderar förändring i både infrastruktur och det kommer krävas utveckling av hållbara affärsmodeller för mobilitetshubbarna. Intäktsströmmar från parkeringsavgifter, biljetter, reklam, sponsoring eller samarbete med privata aktörer kan vara viktiga för att säkerställa långsiktig lönsamhet och framgång för hubbarna. Genom att ta hänsyn till dessa affärsmässiga förutsättningar kan mobilitetshubbar bli hållbara och bidra till en smart och hållbar rörlighet i våra städer.

I arbetet *En ny standard för mobilitet - fallstudie Skellefteå* definieras ett koncept för mobilitetshubbar med bruttolista på funktioner, trafiksäkerhetsaspekter och affärsmodeller. Arbetet kom fram till följande nödvändiga egenskaper för att en hubb ska fungera på ett bra sätt nu såväl som i framtiden:

- Attrahera användare att gå över från privata fordon till mer hållbara transportsätt.
- Flytta människor effektivt från en plats till en annan.
- Ge användarna rätt mobilitet vid rätt tidpunkt och underlätta sömlösa resor.
- Integreras i befintligt transportsystem.
- Planeras som en del av större strategier för rörlighet och stadsutveckling.
- Kunna anpassas till förändrade behov och förhållanden över tid.
- Använda transportinfrastruktur och (offentlig) plats effektivt.
- Bli en del i stadsrummet och ge tillgång utan behov av konsumtion - en "tredje" plats i den offentliga miljön.
- Ha mänsklig skala och erbjuda en känsla av platsskapande och gemenskap.

Inom Rådslaget, ett initiativ för förnyelse av hållbart resande, togs följande lista fram över förutsättningar för att möjliggöra förändringar inom framtidens mobilitet:

- Ett användarcentrerat och datadrivet arbetssätt som drar nytta av information som möjliggör mer individanpassade lösningar för människor med olika behov och krav. Den kollektiva mobiliteten behöver vara en tjänst som människor aktivt väljer för att den löser deras behov.
- Nya metoder för kommunikation och marknadsföring som positionerar och diversifierar utbudet av kollektiva mobilitetstjänster mot olika målgrupper.
- Nya sätt att få förståelse för, mäta och utvärdera människors valmöjligheter, inklusive möjligheten att inte resa.
- Att framtidens gaturum planeras och designas utifrån ett barnperspektiv och att de kan vara bilfria, särskilt i centrala lägen. Detta innebär att yta för andra sorters transporter frigörs samtidigt som andelen hårdgjord yta kan minskas.

- Mer dynamiska sätt att styra vilka sorters fordon som får befinna sig i vilka gaturum vid vilken tid, där potentialen med nya tekniker såsom geofencing utnyttjas till fullo.
- Att aktörer samlas kring plattformar för gemensamma målbilder och processer för samfällt agerande kring gatans utformning
- Att betalning och prissättning av kollektiv mobilitet sker på sätt som stödjer en sömlös användning av olika tjänster.
- Att resenärerna ska kunna använda mobilitetstjänster utan att förutspå sitt resande och fundera över olika biljetter, och ändå känna sig trygga med att bli debiterade ett skäligt pris, till exempel genom kostnadstak eller utvecklade periodbiljetter.
- Ett system med stark legitimitet som baseras på att alla resenärer efterlever regelverket för biljetter. Detta behöver uppnås utan ett omfattande och för resenären hindrande kontrollsystem.
- Transportsystemets omställning kommer att kosta, oavsett hur det görs. Att försöka nå målen genom att göra mer av det vi redan gör är långt ifrån gratis.
- För att vara samhällseffektiv behöver den kollektiva mobiliteten utformas med kostnads- och resurseffektivitet som ledord, t.ex genom efterfrågestyrda lösningar där efterfrågan är låg, genom att premiera korta resor med mikromobilitet och genom att ge incitament för samåkning.
- Idag läggs stora resurser på privata fordon och på den omfattande parkerings- och väginfrastruktur som dessa kräver. Visionen om ett samhällskontrakt för kollektiv mobilitet innebär en successiv omorientering av såväl individers som samhällets resurser – från det privata till det delade, från att investera i produkter till att betala för tjänster.

Transportsektorns organisering och finansiering formar grundläggande förutsättningar för människors möjligheter att resa såväl privat som kollektivt. Idag sker detta med fokus på långsiktig planering av infrastruktur men med ett betydligt svagare fokus på att erbjuda tillgänglighet. Även om kollektivtrafiken fått större uppmärksamhet de senaste decennierna bygger befintlig organisation och finansiering i stor utsträckning på den privata bilen som norm.

I dagsläget råder även en djupt rotad parkeringsnorm i samhället som befästs av att det egna bilägandet uppmuntras i flera led bland annat genom subventionerade parkeringsplatser. Arbetet i *Ny svensk mobilitetsstandard- en fallstudie i Skellefteå* tittade på att minska subventionerna för parkeringsplatser för att frigöra mark i staden och noterade att för att nå Skellefteå kommuns utvecklingsmål om att bygga fler bostäder centralt behöver parkeringsnormen utmanas och bytas ut. Det kan uppnås genom att erbjuda bättre alternativ än privatbilägande för periodisk körning och genom att integrera mobilitetshubbar i stadens struktur.

För att övergå från en parkeringsnorm till en mobilitetsnorm behöver samhällets aktörer och organisationer enas om en gemensam vision och ta ansvar för att bidra till förändringen. I affärsmodellerna för mobilitetshubbar är det därför avgörande att varje aktör noggrant analyserar varför de bör satsa på en gemensam mobilitetsnorm för hela staden.

Det Skellefteå kommun vill uppnå med mobilitetshubbarna skiljer sig åt mellan stad och tätort/landsbygder. Målen för stadsområdet fokuserar på trängsel, parkering och minskade koldioxidutsläpp medan det för tätorter och landsbygder är servicenivå och tillgänglighet som är viktigast. På landsbygden är det av särskilt stor vikt att civilsamhälle och föreningsliv engageras i utvecklingen av mobilitetshubbar, på liknande sätt som samfälligheter för privata vägar har varit avgörande för svenska vägnätets utbyggnad och underhåll. Mobilitetshubbar har också synergier med ett större utbud av lokal service i tätorter på landsbygd, något som kan bidra till att minska resor och transporter. Med utgångspunkt i detta kan det konstateras att en tydlig inriktning krävs för att tillgodose de olika mobilitetsbehov som boende, verksamma och besökare har.

I *En ny standard för mobilitet - fallstudie Skellefteå* presenteras de olika hubbkoncept för Skellefteå med förutsättningar i området för lyckad implementering. Mobilitetshubben som finns i mindre samhällen och byar ska vara anpassade för att människor i dessa ska nå utbud och aktiviteter de har behov av i samhället, utan att vara beroende av att äga eller köra bil. Systemförutsättningar för hubbarna i mindre samhällen eller inkluderar tillgänglig skolskjuts för alla barn i området, existerande kollektivtrafik med rimlig turtäthet och restider samt att kollektivtrafiken kompletteras med mindre fordon som kan vara anropsstyrda och längre fram autonoma. Förutsättningar i området:

- Måste vara ett samhälle med gång- och cykelförutsättningar inom orten.
- Inte för glest eller för få invånare.
- Måste vara 400 invånare inom 400 meters gång i det faktiska vägnätet.

Den bostadsnära hubben ligger i centralt eller semicentralt läge och ska vara anpassad för att ge de som bor i närheten tillgång till tjänster som är anpassade både för långa och korta resor. Till skillnad från mobilitetshubbar i mindre samhällen så är dessa hubbar lokaliserade närmare bostaden (för en större andel) samt att de resor som utgår från hubben förväntas vara kortare. Systemförutsättningar för de bostadsnära hubbarna inkluderar tillgång till god kollektivtrafik, gång- och cykelinfrastruktur, fastigheter i området ska ha god och trygg cykelparkering och självkostnadspris för parkering och avgiftsbelagd allmän parkering ska gälla. Förutsättningar i området:

- Behöver inte vara i direkt anslutning till kollektivtrafiken.
- Måste vara minst 70 invånare inom 400 meter gång där minst 70 personer passerar på väg mot centrum inom de första 150 metrarna från bostaden.
- För cykelpool behövs 600 invånare inom 150 meter.

- För cykelpool och bostadsparkeringar måste det vara i direkt anslutning till bostad (max 50 meters gångväg i färdriktningen).
- God gång- och cykelinfrastruktur i området.
- Hubben ska vara placerad i ett område som uppfattas som lättillgängligt och "på väg" mot en målpunkt. Kan också vara i direkt närhet till bostaden.
- Hubben ska gärna placeras i ett område där det finns liv och rörelse och upplevs attraktivt att vistas, till exempel nära grönytor.

De centrala mobilitetshubbarna varierar i storlek och utbud för att fylla behov för boende, verksamma och inresta, och kompletterar varandra för att knyta ihop stadens olika delar. Samma systemförutsättningar som för de bostadsnära hubbarna krävs för de centrala hubbarna om än något högre krav för kollektivtrafikens turtäthet gäller centralt. För den stora centrumhubben krävs följande förutsättningarna i området:

- Viktigt att det finns möjlighet att ta med exempelvis cykel och friluftsutrustning på kollektivtrafiken.
- Ligger vid den centrala kollektivtrafiknoden - centralstationen.

Den mellanstora centrumhubben fokuserar på att ge ett brett utbud av olika funktioner som återvinningscentral och hyra av parkeringsplats. Förutsättningar i området:

- Ligga i direkt anslutning till kollektivtrafik
- Finns en koncentration av olika typer av målpunkter i området.
- Finns en stor dagbefolkning i området.
- Finns en nattbefolkning.
- Antalet avgångar från hållplatserna i området.

Den minsta hubben finns för att skapa ett tätt nätverk för de tjänster som kräver detta, framförallt mikromobilitet och låncykelsystem. Hubbarna är små och kan jämföras med en vanlig låncykelstation med lite utökad funktionalitet. *Förutsättningar i området*

- Behöver inte finnas kollektivtrafik utan är ett bra komplement till denna.
- Behöver finnas målpunkter, till exempel bostäder eller verksamheter.
- Underlag i form av dag- och nattbefolkning:
 - Befolkningstäthet: från ca 3000 folkbokförda/km²
 - Täthet dagbefolkning: från ca 3000 dagbefolkning/km²
 - Funktionstäthet per km² (dagbefolkning*nattbefolkning/km²) från ca 7 000 000
 - Självförsörjningsgrad: ca> 0,7 dagbefolkning/nattbefolkning. Höga värden anses ok eftersom det då ofta pågår mycket dagverksamhet, till exempel centrum.

Arbetsplatshubbar kopplar dels ihop arbetsplatserna med det omkringliggande samhället, men har också en funktion i att koppla ihop större arbetsplatsers olika delar. En arbetsplatshubb ska minska behovet av att pendla med bil och också behovet för företag att ha egna tjänstebilar. Genom att tillskapa tillgänglighet till exempelvis paketutlämning och mathandel i anslutning till arbetsresor, tillgängliggörs ett större utbud utan ett ökat antal resor. Systemförutsättningar inkluderar arbete för att restauranger och annan service ska etableras i området för att minska på behovet av att göra resor, samt att tillhandahålla säker och bekväm cykelparkering vid arbetsplatsen. Förutsättningar i området:

- Finns funktionell kollektivtrafik
- Hubben ska ligga i direkt anslutning till arbetsplatsen.
- Förutsättningar för att kunna duscha och byta om ska finnas på arbetsplatsen.
- Hubben ska ligga i naturlig riktning till målpunkter från/inom arbetsplatse3n.

4.4 KRAV FÖR TEKNISK INTEGRATION AV DRÖNARPLATTFORMAR I MOBILITETSHUBBAR

Advanced Air Mobility (AAM) inbegriper framväxten av en hel industri bestående av tillverkare av drönare, operatörer av drönare samt operatörer av start- och landningsplatser. AAM inbegriper också nödvändig mark- och luftrumsinfrastruktur såväl som serviceinfrastruktur.

Integreringen av avancerad infrastruktur för drönarplattformar och andra transportslag i mobilitets- och servicehubbar ställer höga krav på samhällsplaneringen. Det kräver att planerare tar hänsyn till framtida behov och utmaningar som kan uppstå inom en relativt kort tidsperiod, ungefär 5–10 år. Det innebär även att det behövs ett nära samarbete mellan offentlig sektor och näringsliv för att utveckla nya gränssnitt och strategier vid framtida mobilitetshubbar. Målet är att kunna planera och stötta hållbara resvanor hos både stadens invånare och landsbygdens invånare och därigenom skapa en mer effektiv och hållbar transportmiljö i framtiden.

Ett antal faktorer anses gynnsamma för att möjliggöra genomförandet av en drönarleveranstjänst och dess logistiska villkor i ett visst område, både ekonomiskt och operativt. Exempelvis behovet av transport av högvärdig nyttolast, goda väderförhållanden, låg befolkningstäthet, isolering av vissa invånare, avsaknad av hinder, gynnsam lagstiftning med mera. Sverige har några av dessa gynnsamma strategiska egenskaper så som stort territorium med låg befolkningstäthet samt förekomst av öar och berg som gör vissa områden svåra att nå på land.

Infrastrukturdesign för mobilitetshubbar med vertiports eller droneports för att stödja drönaroperationer är avgörande för att säkerställa säker och effektiv drift. Viktiga överväganden inkluderar etablering av kommunikations- och kontrollsystem,

luftrumshantering och dataintegrering. Det handlar om att välja lämpliga platser som tar hänsyn till luftrumsrestriktioner, närhet till stadskärnor, tillgänglighet för passagerare och fordon samt uppfyller eventuella regulatoriska krav i det specifika området. Anpassad infrastruktur, t.ex. smarta brevlådor eller särskilda fönster, gör det möjligt att leverera på sista centimetern, särskilt i stadsområden. På så sätt kan hela territoriet täckas genom ett nätverk av knutpunkter och drönarhamnar, vilket ökar leveransernas snabbhet och tillförlitlighet och underlättar tillgången till varor och tjänster för alla.

Kookiejar är ett svenskt företag inom Greentech som nyttjar den senaste expertisen inom mark- och luftinfrastruktur för drönare och VTOL-fordon. Genom viktiga partners och operatörer erbjuder Kookiejar en kombination av tjänster till det globala ekosystemet för avancerad luftmobilitet. Kookiejars vertiportnätverk är utformat för att erbjuda en säker, flexibel och anpassningsbar lösning för att effektivt och hållbart transportera fler människor och varor. Kookiejar har tillhandahållit underlag inom ramen för detta projekt för vilka krav teknisk integration av drönarplattformar i mobilitetshubbar i Skellefteå skulle innebära (Bilaga 1). Nedan följer en sammanfattning av materialet i beställningsrapporten under rubrikerna 4.4.1 till 4.4.5.

4.4.1 INFRASTRUKTURDESIGN

Vid design av infrastrukturen för mobilitetshubbar med drönaroperationer finns det flera viktiga överväganden att ta hänsyn till. Beroende på drönarens storlek behöver mobilitetshubbar utsedda områden för start och landning (Vertiport), laddstationer/batteribytesstationer, underhållsanläggningar/rum och säkra lagringsutrymmen för drönare. Infrastrukturen bör utformas för att hantera de specifika typer av drönare som förväntas verka inom den specifika hubben. Designen av landningsplattor bör anpassas för eVTOL-flygplan och inkludera aspekter som storlek, viktbärande kapacitet och material som kan hantera de specifika kraven för eVTOL-operationer. Det är också viktigt att säkerställa rätt markeringar, belysning och visuella hjälpmedel för att möjliggöra säkra och exakta landningar.

Vidare behövs passagerar- och fordonsfaciliteter för en bekväm upplevelse, samt terminalbyggnader för driftkontroll och passagerarhantering. Viktigt är även att säkerställa marktillgång och anslutningsmöjligheter för att integrera med drönartransporter med andra transportslag, planera för laddningsinfrastruktur och energihantering, implementera säkerhetsåtgärder och ta hänsyn till miljöaspekter som bullerreduktion.

4.4.2 KOMMUNIKATIONS- OCH KONTROLLSYSTEM

För att hantera drönaroperationer inom en mobilitetshubb är det viktigt att etablera pålitliga kommunikations- och kontrollsystem. Vertiporten måste integreras med befintliga flygledningssystem för att säkerställa säker och effektiv flygtrafik genom att möjliggöra kommunikation mellan vertiportens kontrolltorn eller operationscentral och

flygledningsmyndigheter. Vidare behöver vertiporten ett markkontrollsystem för att övervaka och hantera flygplanens rörelser på marken, inklusive system för fordonsdockning, strömförsörjning och datautbyte mellan vertiporten och flygplanen.

Kommunikationssystem krävs också för att hantera passagerarincheckning, säkerhetskontroll och dirigering av fordon inom vertiporten. Det kan innefatta informationskiosker för passagerare, säkerhetskontroller och automatiserad vägledning för fordon. Vertiporten skulle även kunna inkludera system för miljöövervakning för att bedöma väderförhållanden, luftkvalitet och bullernivåer.

Slutligen är kommunikations- och kontrollsystem viktiga för att hantera nödsituationer vid vertiporten. Det innebär snabb kommunikation med räddningstjänsten, evakueringsrutiner och samarbete med relevanta myndigheter vid incidenter eller olyckor. Genom att implementera robusta kommunikations- och kontrollsystem kan mobilitetshubbar säkerställa säker och effektiv hantering av drönaroperationer.

4.4.3 LUFTRUMSFÖRVALTNING

Effektiv luftrumshantering är viktigt för att säkerställa säkerheten och effektiviteten för drönaroperationer inom mobilitetshubben. Det innebär att integrera drönare i befintliga luftrumsstrukturer, definiera flygkorridorer och implementera procedurer för luftrumstillträde och undvikande av kollisioner. Det inkluderar att etablera geofencing och flygförbudszoner för att begränsa drönaroperationer i känsliga områden, att etablera kommunikations- och kontrollnätverk för realtidskommunikation samt att implementera spårnings- och identifieringssystem för övervakning av drönare. Realtidsövervakning och spårningssystem behövs också för att hantera luftrummet och upprätthålla efterlevnad av bestämmelser. Vidare behövs UAS Service Suppliers (USS) för att erbjuda olika tjänster till drönaroperatörer.

4.4.4 DATAINTEGRATION OCH DATAHANTERING

Dataintegration och hantering är viktigt för att hantera drönaroperationer inom mobilitetshubben. Det inkluderar realtidsspårning av drönarflygningar, datadelning med andra transportsätt eller system samt analys av drönarprestanda och effektivitet. Robusta datahanteringssystem och analysverktyg behövs för att hantera den stora mängden data som genereras av drönaroperationer. Vid design av dataintegration och hantering är det viktigt att ta hänsyn till säkerheten och utveckla robusta system för att skydda data och integriteten hos luftrumshanteringsinfrastrukturen. Skalbarhet och anpassningsförmåga är också viktiga faktorer för att kunna hantera det ökande antalet drönare och utvecklingen av nya teknologier, inklusive framtida framsteg såsom drönarsvärmar, autonoma operationer och operationer utanför visuell synlinje.

4.4.5 BEHOVET AV SÄKERSTÄLLDA DRÖNARSTRÅK UR ETT SÄKERHETSPERSPEKTIV

För att säkerställa säker och effektiv drönanoperation är luftrumshantering avgörande. Det innebär att designa säkrade drönanbanor, integrera drönare i befintliga luftrumstrukturer, samordna med flygtrafikledning och implementera protokoll för luftrumstillträde och undvikande av kollisioner. Övervaknings- och spårningssystem i realtid, såsom UTM-system, används för att hantera luftrummet och säkerställa efterlevnad av bestämmelser inom de definierade drönanbanorna.

Fördelarna med säkrade drönanbanor inkluderar minskad risk för kollisioner med bemannade flygplan, förbättrad säkerhet för markpersonal, förbättrad sikt och spårning av drönare, effektiv reglering och efterlevnad av bestämmelser samt samordning av räddningsinsatser. Implementering av säkrade drönanbanor kräver omfattande regelverk, utbildning för operatörer och robusta kommunikationskanaler mellan intressenter.

Sammanfattningsvis kan integreringen av drönantransporter och eVTOL-fordon i mobilitetshubbar som en del i den elektrifierade transportsektorn vara ett steg mot en mer hållbar mobilitet. Dessa teknologier kan bidra till att minska utsläppen och förbättra logistiken samtidigt som de erbjuder snabbare och effektivare transporter. Genom att investera i nödvändiga infrastrukturändringar kan vi möjliggöra en framtid där elektrifierade fordon och innovativa flygfordon spelar en central roll i vår transportsektor.

4.4.6 TILLSTÅND

Vid all flygning med drönare måste det finnas en ansvarig operatör, en så kallad drönanoperatör. Operatören ansvarar för att flygningen genomförs på ett säkert sätt och att fjärrpiloten som utför flygningen har rätt kompetens. Operatören ska vara registrerad hos Transportstyrelsen och kan vara antingen en person eller ett företag. Vid registrering tilldelas operatören ett specifikt operatörsnummer, ett så kallat operatörs-ID, och drönare som kräver operatörsregistrering ska alltid vara märkta och programmerade med operatörs-ID när detta är möjligt. En operatör kan ansvara för flera fjärrpiloter.

Det finns ett omfattande EU-regelverk, hanterat av EASA, som avgör vilka tillstånd som behövs beroende på farkostens specifikationer. Beroende på hur drönaren ska flygas och användas kommer den att delas in i en av följande tre kategorier: öppen, specifik och certifierad. I den öppna kategorin är risken som lägst, eftersom man inte får flyga utom synhåll, inte högre än 120 meter och inte heller på ett sätt som utgör en risk för andra luftfartyg, människor, djur, miljö eller egendom. Drönare får inte heller väga mer än 25 kg. Alla flygningar som överskrider begränsningarna i den öppna kategorin innebär en större risk för utomstående, vilket kräver tillstånd och ska genomföras antingen i den specifika eller certifierade kategorin. Flygningar med hög risk för utomstående kräver både certifiering och registrering av själva drönaren. Exempel på sådana flygningar är transporter av personer

eller flygningar över folksamlingar. Flygningar i den certifierade kategorin kräver ett tillstånd från Transportstyrelsen.

Inom den specifika kategorin finns för närvarande följande typer av tillstånd att söka:

- Operativ auktorisation enligt PDRA (Pre-Defined Risk Assessment)
- Operativ auktorisation enligt SORA (Specific Operation Risk Assessment)
- LUC (Light UAS Operator Certificate).

I projektet *Teststräcka för eVTOL* granskades hur tillståndsprocesserna ser ut för att få testverksamhet att fungera i praktiken. Arbetet utgick från den största vingdrönare som finns att tillgå i form av Katla Aeros farkost. Denna kvalar in under en något enklare tillståndsprocess kallad PDRA-G02. För större farkoster, vilka kommer att vara aktuella i test- och utvecklingssyfte under kommande åren, handlar det i dagsläget om att göra en så kallad SORA.

4.4.7 KOSTNADER

Kostnadsuppskattningarna kan variera avsevärt beroende på omfattningen och komplexiteten hos mobilitetshubben, den reglerande miljön och integrationsprojektets specifika behov.

I projektet *Teststräcka för eVTOL* upprättades en teststräcka för eVTOL och dess användning har utöver kunskapen om vad som krävs i praktiken, även bidragit med insikt om kostnader för dessa. Det innefattar kostnader för tillstånd, nyttjandet av markinfrastrukturen och resurser på Skellefteå Airport, övriga resurser, kostnader för upprättandet av en enkel landningsplats på Northvolt samt installation av laddinfrastruktur.

Dessa data blir viktiga för att ge en indikation om vad installationen av infrastruktur kan komma att kosta initialt, samt ge en bild av en möjlig användning av persontransporter med eVTOL. Det blir även viktigt för att förstå hur potentiella affärsmodeller kan utvecklas och för att få en översiktlig bild över potentialen för kommersiell trafik. Projektets slutsatser sammanfattas nedan.

Kostnader relaterade till inköp av eVTOL

För en relativt stor eVTOL, med cirka 4-5 passagerare och en pilot, uppskattas kostnaden per fordon vara 27 MSEK. Kostnaderna för inköp av eVTOL beräknas vara höga på grund av det tidiga utvecklingsstadiet och osäkerheter kring livslängd och värdeförlust av farkosterna. Leasingkostnaden beräknas vara 1,25% per månad av inköpspriset, vilket motsvarar 8,1 MSEK per år för två eVTOL, något som återspeglar den tidiga utvecklingsfasen. Försäkringskostnaden för de första farkosterna bedöms också vara höga och vissa aktörer

kan välja att köpa och finansiera eVTOL själva för att minska kostnaderna. Oavsett val av finansiering förväntas kostnaderna för eVTOL vara relativt höga.

Kostnader relaterat till laddinfrastruktur

Baserat på antagandet att en vertiport behöver minst en snabbbladdare med en effekt på 350 kW, medför det en kostnad mellan 2 och 2,5 MSEK per laddare. Andra kostnader inkluderar anslutningsavgift till elnätet (cirka 350 000 SEK), installationskostnader inklusive material (cirka 300 000 SEK) och markarbeten (cirka 300 000 SEK). Kostnaderna påverkas av avståndet för anslutning till elnätet och markförhållandena. Priset på el för snabbbladdning varierar mellan 3,50 och 8,00 SEK per kWh men prissättningen för eVTOL-laddning varierar mellan olika operatörer och är ytterst osäker.

Kostnader relaterade till batteribyte och underhåll

Kostnaderna för batteribyte och underhåll för eVTOL förväntas vara höga initialt på grund av stränga batterisäkerhetskrav och osäkerhet kring serviceintervall och underhållsbehov. Batterierna förväntas behöva bytas ut efter ett antal laddcykler, och serviceintervallen förväntas vara strikta i början. Service och underhåll behöver göras lokalt på grund av farkosternas begränsade räckvidd. Den nya tekniken kan medföra tidiga fel som kräver åtgärder och gör att farkosterna blir stående på marken under längre tid. Detta skapar en mer komplex service- och underhållssituation. Om det skapas en fungerande andrahandsmarknad för batterier så kan kostnaden för batterierna minska och kommer att vara en viktig parameter för att sänka den övergripande kostnaden för eVTOL-trafik.

Kostnader för personal och utbildning

Personalkostnaden baseras på befintlig trafik med en pilot i små flygplan och helikoptrar. Eftersom kraven på eVTOL-piloter ännu inte är kända så är det svårt att bedöma utbildningsbehovet, men kostnad för löpnade utbildning och träning kommer att tillkomma.

Kostnader relaterade till start- och landningsplatser

Det är i dagsläget omöjligt att beräkna den exakta kostnaden relaterade till byggandet av start- och landningsplatser. Det är rimligt att vi kommer att se ett stort spann av lösningar från riktigt små vertistops, som snarast är att likna vid en helikopterplatta, till större lösningar med inomhusmiljöer, hangarer, flera start- och landningsytor, service, snabbbladdningsmöjlighet med mera. Kostnadsspannet kan uppskattningsvis hamna någonstans mellan 5 - 50 MSEK.

Affärsmodellen för en vertiport kommer troligtvis att vara kopplad till en kostnad per start och/eller landning som belastar operatören. Eftersom kraven på till exempel säkerhet, dokumentkontroll och liknande är okänt är det svårt att veta hur kostnader, dimensionering med mera kommer att se ut.

Kostnader för underhållspersonal

Certifieringen av eVTOL-farkoster och tillhörande kommersiell trafik kommer att ställa krav på underhåll. Nivån på detta är ännu okänd men bedömningen är att det kommer att krävas dedikerad underhållspersonal kopplad till den bas där eVTOL-farkosterna har sin hemvist

Kostnader för ledning, personal etc.

Oavsett affärsmodell så kommer operatören/leverantören av eVTOL-tjänster att ha kostnader för ledning, administration, tillstånd, biljettförsäljning, IT-stöd och mycket mer. Dessa kostnader kommer på ett eller annat sätt att belasta det slutliga biljettpriset. I kalkylerna har vi försökt att uppskatta vad kostnaden för detta skulle bli kopplat till eVTOL-trafik i Skellefteå.

Kostnader för eVTOL-resor

För att nå break-even krävs, givet ovanstående antaganden, ett biljettpris på i genomsnitt ca 720 SEK samt att 22 intäktsgenererande flygningar per fordon/per dag under ca 300 dagar/per år. En av utmaningarna är den låga kapaciteten i fordonen. I kalkylen har projektet *teststräcka för eVTOL* räknat med en kapacitet på fyra passagerare per eVTOL och en belägningsgrad på 0,7%, vilket innebär att det i snitt endast kommer sitta 2,8 betalande passagerare i fordonen per flygning. Skulle det gå att få tillgång till eVTOL med 5 säten, alternativt öka belägningsgraden, så förbättras kalkylen. Det kommer dock oavsett detta att krävas biljettpriser på 500 kronor och uppåt enkel väg för att få en fungerande kommersiell verksamhet. Den tid under dygnet som trafiken beräknas vara igång är satt till 06.30 - 20.30, det vill säga 14 timmar. I kalkylen ligger även ett antal tomma positioneringsflygningar som inte genererar intäkter. En del av dessa är oundvikliga men går det att minimera dessa skulle antalet intäktsgenererande flygningar kunna öka något.

4.5 TEKNISKA OCH REGULATORISKA HINDER

Vid etableringen av en mobilitetshubb krävs ett samarbete mellan olika aktörer i samhället. Dessa aktörer har olika mål och syften med att använda mobilitetshubben och att förstå bakomliggande faktorer är därmed viktigt för att säkerställa långsiktig finansiering och hög nyttjandegrad. När det saknas en helhetssyn och en samsyn på transportlösningarna så strävar aktörerna åt olika håll och systemet blir suboptimerat och ineffektivt. Exempel på detta är att det idag är många elbilspoolsföretag som vill ha dedikerade parkeringsrutor och laddare, men detta kan snabbt leda till både onödiga kostnader för elbilspoolskunderna samt ineffektiv ytanvändning. Något som också påverkar både infrastruktur och affärsmodeller vid mobilitetshubbar är därför att få olika kommersiella elbilspoolsföretag att samsas om gemensam infrastruktur i form av laddare, parkeringsplatser och underliggande dataöverföringssystem (API- standardisering).

Vid implementeringen av drönartransporter i mobilitetshubbar finns vissa tekniska och regulatoriska hinder som behöver beaktas. Drönare har en fysisk begränsning av deras

räckvidd baserat på farkostens batterikapacitet, vilket kan påverka deras användbarhet och prestanda för längre transporter och tunga laster. Fler regulatoriska hinder berör behovet av tillstånd och certifieringar samt frågor om sekretess och integritet, särskilt när det gäller datahantering och övervakning.

Sverige ligger långt fram i utvecklingen av drönare men för att komma i gång med flygningar i större skala och kunna ta nästa steg i utvecklingen krävs att även juridiken hänger med. Främst gäller det regleringen av det så kallade undre luftrummet, som stäcker sig från 0 till 3 000 meter. Detta luftrum delas idag mellan bland andra räddningshelikoptrar, luftballonger, skärmflygare, fritidsflygare och drönare. Hur de olika trafikgrupperna ska samsas i luften är en komplicerad uppgift, som håller på att utredas på både statlig och mellanstatlig nivå.

Drönartransporter i städer och tätbefolkade områden kan öka risken för kollisioner med byggnader, fordon och människor. Det kräver avancerade teknologier för att säkerställa säkra flygningar och undvika hinder. Eftersom kollisioner och skador kan ske måste även regleringar fastställas för att hantera skadeståndsansvar i händelse av olyckor eller incidenter. Att implementera automatiserade och autonoma drönartransporter kräver ytterligare åtgärder för att säkerställa att flygningar genomförs så riskfritt som möjligt. Det kräver sofistikerad teknik för navigation, styrning och kommunikation.

En ytterligare utmaning gällande integrationen av eVTOL med nuvarande mobilitetssystem berör planeringen av markinfrastrukturen. Det som gör arbetet komplicerat är att hela mobilitetssystemet idag genomgår en förändring där elektrifiering av fordon, vätgas och autonoma lösningar i olika grad är samhällsomvandlande teknologier under implementering. Vidare är utvecklingen av drönare för logistik, sjukvård och övriga samhällsnyttiga tjänster en ytterligare faktor att ta med i den beräkningen. En iakttagelse är att utveckling gällande markinfrastruktur och systemintegration går långsammare än tekniken gällande farkoster. Detta kan bero på frågans komplexitet eftersom flera parter, både privata och offentliga organisationer, behöver samarbeta samt till viss del är beroende av krav och specifikationer från de som utvecklar själva farkosterna.

Generellt finns goda förutsättningar för etablering av vertiports på flygplatser gällande nuvarande infrastruktur då det finns gott om ytor, tillräcklig elförsörjning, låg störningsgrad med mera. Vid etablering av vertiports i andra miljöer tillkommer frågor om bygglov, detaljplaner, markens bärighet, buller och hinderfrihet. Det finns flera fördelar med att upprätta vertiports uppe på hustak ovanför övriga transportslag men det medför även ett antal utmaningar. Vid byggnation på befintliga eller nya byggnader behöver flertalet hänsynstaganden göras som framförallt leder till fördyringar, bland annat måste byggnadens bärighet tas i beaktning då det är ett stort antal ton som ska bäras upp. Vidare krävs passagerarprocesser och passagerarhantering med hissar och väntutrymmen inuti byggnaden. Det tillkommer även säkerhetsrelaterade frågor kring brand- och

räddningstjänst kopplade till snabblandning med hög effekt och incidentberedskap. Samtidigt som det finns fördelar med att få upp eVTOL-trafiken på taket riskerar alltså dessa lösningar att bli dyra jämfört med den kapacitet systemet initialt kan hantera.

I tätare bebyggelse uppstår utmaningar kring turbulens runt byggnader. Utifrån praxis bör förhållandet mellan ett hinders höjd över marken och drönarens avstånd till det vara max 1:1, det vill säga en 10 meter hög byggnad ska vara minst 10 meter från drönaren. Detta för att undvika turbulens och ge en buffert mellan drönaren och hindret, men detta kan dock variera beroende på farkost. I tät bebyggelse tillkommer utmaningar rörande bullernivåer vilket också behöver tas särskild hänsyn till. Även mjukare frågor om acceptans hos allmänheten behöver utredas mer och projektet *Teststräcka för eVTOL* har identifierat detta som en viktig fråga att ha med tidigt i utvecklingen av eVTOL-trafik.

I projektet *Teststräcka för eVTOL* identifierades följande marknadsbarriärerna som några av de mest kritiska för etablering av eVTOL som en del i mobilitetssystemet i Skellefteå:

- Certifieringsprocess av eVTOL-farkoster
- Batteriutveckling
- Kostnadsbild och prisvärdhet
 - Kommersiell trafik blir dyr, speciellt i inledningen
 - Betydande kostnader för markinfrastruktur och laddning
 - Låg kapacitet sett till transportsystemet i stort
 - Kostnader för initiala tester är begränsade
 - Stort behov av tester
- Nyttjandegrad
- Prestanda och tillförlitlighet (väderpåverkan)
- Flygtrafikledning och luftrumshantering
- Säkerhet
- Störande ljud
- Vertiportinfrastruktur
- Pilotträning

Övervinnande av dessa tekniska och regulatoriska hinder kräver samarbete mellan teknikföretag, myndigheter, branschorganisationer och samhället i stort. Standardisering, säkerhetscertifieringar och utveckling av tillförlitliga och effektiva teknologier kommer att vara avgörande för att drönartransporter framgångsrikt ska kunna integreras i mobilitetshubbar och bidra till framtidens smarta och hållbara transportsystem.

4.5.1 MOBILITETSHUBBAR I KALLT KLIMAT

Miljöer som upplever betydande klimatvariation under året står inför stora utmaningar när det gäller att möjliggöra utomhusaktivitet året runt, och det finns i dagsläget begränsad kunskap om hur säsongsbetonad klimatvariation påverkar anslutningen för mjuk mobilitet. För att främja mjuk mobilitet, såsom gång och cykling, är det viktigt av att skapa attraktiva och säkra byggda miljöer med sammanhängande nätverk av gator och utrymmen. Snö och is som samlas på vintern minskar nämligen den användbara ytan i offentliga utrymmen och förändrar nätverket av gångvägar, vilket leder till färre rutter för mjuk mobilitet. Detta, tillsammans med förändringar i stadsmiljön och säkerhetsproblem, skapar hinder för gång och cykling. Temperaturförhållanden runt noll grader Celsius, med blandning av snö, is, slask och vatten, är särskilt problematiska för mjuk mobilitet.

För att möta dessa utmaningar föreslås nya planeringsstrategier och anpassning av befintliga metoder, inklusive utvidgning av blågröna planeringsmetoder för att inkludera vita ytor, det vill säga snö och is som uppstår under vinterperioden. Med "blågröna planeringsmetoder" avses en strategi som integrerar både vatten- och grönområden i stadsplaneringen. Denna typ av planering tar hänsyn till ekosystemtjänster och främjar bland annat vattenhantering, klimatanpassning, biologisk mångfald och förbättrad livskvalitet för invånarna. Genom att kombinera alla tre element (blå, gröna och vita) skapas en balanserad och hållbar stadsmiljö.

Vid planeringen av mobilitetshubbar i kallt klimat krävs det att man tar hänsyn till dessa specifika faktorer för att skapa effektiva och funktionella lösningar. Mjuk mobilitet, och gång i synnerhet, är ett transportsätt som WHO lyfter fram som en viktig del för förbättrad hälsa då fysisk inaktivitet är räknat som den fjärde största orsaken till dödsfall globalt. En prioriterad fråga är då att säkerställa effektiv snöborttagning och underhåll av gångvägar, cykelbanor och trafikområden. Det kräver att man har utrustning, resurser och rutiner för att snabbt kunna rensa bort snö och is och hålla ytor i gott skick. Det kan också inkludera åtgärder som anpassade väg- och trottoarbredder för snöröjning, användning av halkbekämpningsmaterial och skapande av takutskjutningar eller skyddade områden för att undvika snöansamlingar.

För att främja cykling i kallt klimat är det viktigt att tillhandahålla säkra och skyddade cykelparkeringar. Det kan innefatta täckta cykelparkeringar, cykelställ med inbyggd skydd mot väder och möjligheter till cykelunderhåll som luftpumpar och verktygsstationer under tak. Utvecklingen runt elcyklar gör att avstånd, väder och terräng spelar mindre roll och därmed blir det viktigt att uppehålla en hög kvalitet för cykelinfrastruktur på vintern för att det ska vara ett attraktivt mobilitetsalternativ. Det innebär inte endast snöröjning och sandning av cykelbanor utan även säkra och skyddade parkeringsmöjligheter. Ett cykelbatteri förlorar kapacitet av att vistas i minusgrader och möjligheten att förvara sin cykel i plusgrader kan därför bli avgörande om man väljer det som transportsätt.

När det gäller att promota gång och cykling som mobilitetsalternativ finns även en äldre generation som gärna använder spark, vilket är ett mobilitetsalternativ som knappt nämns i dagens diskussion. Sparken glöms även gärna bort när det gäller underhåll och sandning av cykelbanor, där is är en barriär för gång och cykling är det en fördel för spark. Här skulle man exempelvis kunna försöka promota sparken för yngre generationer då det är ett hälsosammare, billigare och helt miljövänligt alternativ. För att möjliggöra detta kan en anpassning av sandning göras där exempelvis halva cykelbanan sandas.

Eftersom kalla temperaturer kan vara ogynnsamma för användare av mobilitetshubbar, bör man överväga att tillhandahålla uppvärmda väntutrymmen som ger skydd mot blandade väderförhållanden och agerar vindskydd. Detta ökar attraktiviteten för användandet av kollektivtrafik även under vintern. Med tanke på de begränsade timmarna av dagsljus under mörka vinterdagar är det även viktigt att ha tillräcklig belysning för att skapa trygghet och säkerhet vid mobilitetshubbar. Det kan innefatta gatubelysning, belysning av gång- och cykelvägar samt tydlig skyltning för att underlätta navigering.

Att designa en byggd miljö som fungerar framgångsrikt under alla årstider är mycket svårt och en närliggande utmaning vid stadsplanering är att förstå hur ändrade väderförhållanden på grund av klimatförändringar kan inverka på människors val av mobilitet i framtiden. Ett viktigt verktyg i planeringen blir flexibla moduler i mobilitetshubbarna som motverkar inlåsningar i system som kan komma att bli oattraktiva alternativ framöver. Likaså flexibla utrymmen för olika modeller av drönare och eVTOL farkoster för att ta hänsyn till framtida teknikutveckling. Att mobilitetshubbar fungerar 365 dagar om året kommer att vara en förutsättning för att få ihop den ekonomiska kalkylen samt för att göra mobilitetshubbarnas tjänster attraktiva. Detta kommer att ställa mycket stora krav på konstruktion och design. I Skellefteå finns förutsättningar att utveckla, testa och kvalitetssäkra dessa lösningar.

4.5.2 DRÖNARE OCH EVTOL I KALLT KLIMAT

När det gäller etableringen av mobilitetshubbar med drönarplattformar i norra Sverige finns det flera specifika aspekter som måste beaktas. Väderförhållanden är som nämns ovan en viktig faktor att ta hänsyn till då det kalla klimatet medför snöfall, isbildning, starka vindar och låga temperaturer. Det begränsade antalet timmar med dagsljus under vinterhalvåret är ytterligare en faktor att ta hänsyn till i norra Sverige. Mobilitetshubbarna och drönarplattformarna måste därför vara utformade för att klara av dessa förhållanden och fortsätta fungera på ett säkert och pålitligt sätt. Det kan kräva användning av material och konstruktioner som är motståndskraftiga mot kyla och fuktighet.

Säkerhet och underhåll av start- och landningsplatser är viktigt och drönarplattformarna behöver ha dedikerade och säkra start- och landningsplatser även under kalla och mörka förhållanden. Det blir viktigt att säkerställa att rätt markeringar, belysning och visuella

hjälpmedel finns på plats för att möjliggöra säkra och exakta landningar. Det kräver även regelbundet underhåll för att hålla platserna fria från snö, is och halka. Dessutom kan det vara nödvändigt att implementera uppvärmningssystem för att förhindra isbildning och säkerställa trygga förhållanden vid start och landning. Vidare är uppvärmning av byggnader och anläggningar nödvändigt för att säkerställa att drönarplattformarna fungerar korrekt och att det är en bra arbetsmiljö för personalen. Detta kan dock öka energiförbrukningen och kostnaderna. Att använda energieffektiva uppvärmningssystem och implementera åtgärder för att minimera värmeförluster kan vara viktigt för att hantera energikrav och hålla driftkostnaderna nere.

Kylan kan påverka batterikapaciteten och prestandan hos drönarplattformarna. Låga temperaturer kan minska batteriets kapacitet och därmed påverka flygtiden och prestandan. Det är viktigt att välja eller utveckla batteriteknik som fungerar bra i kyla och att övervaka batteristatusen noggrant för att undvika oväntade avbrott i drönartrafiken.

Kommunikationssystem och sensorer kan också påverkas av kylan. Prestandan hos kommunikationsnätverk och sensorer som används för att övervaka drönarplattformarna och deras omgivning kan försämrats. Det är därför nödvändigt att använda robusta och pålitliga kommunikationssystem och sensorer som klarar av att fungera väl i kyla och ge tillförlitlig information även under extrema förhållanden.

Slutligen är logistik och beredskap viktiga faktorer att ta hänsyn till i ett kallt klimat. Det kan vara utmanande att hantera logistiken för drift och underhåll av mobilitetshubbarna med integrerade drönarplattformar. Att säkerställa tillgång till reservdelar, bränsle eller laddningsmöjligheter samt att ha en välplanerad beredskapsplan för oväntade händelser är avgörande för att minimera driftstörningar och förseningar.

För att framgångsrikt etablera mobilitetshubbar i norra Sverige i det kalla klimatet är det viktigt att genomföra noggranna studier och analyser för att identifiera specifika utmaningar och behov i den lokala kontexten. Samarbeten med experter inom kylteknik, infrastruktur och luftfart kan vara värdefulla för att ta hänsyn till alla relevanta aspekter. För att lösa utmaningarna med elektrisk luftburen mobilitet i kallt klimat kan man använda sig av tekniker som uppvärmning av batterier och flygning i skyddade områden. Dessutom kan man använda sig av batterier som är speciellt utformade för att fungera bättre i kyla.

Inom projektet *Den autonoma flygplatsen – nod i framtidens drönarleveranser* fann man att hybrida UAV:er (unmanned aerial vehicle) med både VTOL- teknik och fasta vingar kan flyga långa sträckor och utföra mer känsliga manövrar. Det gör dem lämpliga för drönarleveranser i både i städer och på landsbygden och gör dem samtidigt mer pålitliga i regnigt eller blåsigtt väder. Utveckling av batterierna och laddningssystemen går framåt och gör det möjligt att optimera och förlänga flygningarna och driftsättningen. Katla Aeros drönarfarkoster är

särskilt framtagna för att motstå kargt klimat. Framsteg inom mjukvara och UTM-system (Unmanned Traffic Management), gör det möjligt att upptäcka och undvika hinder och fastställa optimala flygvägar, vilket blir en nyckelfaktor vid suboptimala väderförhållanden.

4.6 INFRASTRUKTUR SOM KAN SAMVERKA VID MOBILITETSHUBBAR

Det är viktigt att mobilitetshubbar är utformade med en integrerad syn på transportinfrastruktur för att möjliggöra en sömlös övergång mellan olika transportsätt och främja en hållbar och effektiv rörlighet. Detta innebär även goda förutsättningar för att minimera resursanvändningen. Genom att i planeringsstadiet se till att infrastrukturen delas mellan olika aktörer och transportslag kan resurser användas på ett så effektivt sätt som möjligt. Gemensamma väntutrymmen, välplanerade gång- och cykelstråk med delad belysning och underhåll, cykelparkeringar som även erbjuder tjänster som cykeluthyrning, cykelreparation och laddningsmöjligheter för elcyklar är exempel på samverkande infrastruktur.

Vid mobilitetshubbar kan det också finnas parkeringsplatser för både privata fordon och bildelningsplatser där fordon kan parkeras och delas av flera användare. Laddningsinfrastruktur för eldrivna fordon blir ett annat tydligt exempel på infrastruktur som kan samverka mellan olika transportslag. Till exempel sammanfaller flera olika typer av laddinfrastruktur i en hubb som ska kunna husera elbilar, ladda elbussar och lastbilar, dockning och laddning för självkörande fordon, ta emot (och ladda) drönare, ha elcykelpooler samt husera annan typ av serviceverksamhet på platsen.

Vidare behöver mobilitetshubbar en digital infrastruktur som stöder informationsflödet och kommunikationen mellan resenärer och transportsystemet. Det kan inkludera realtidsinformation om avgångar och ankomster, biljettbokningssystem, interaktiva kartor och appar som underlättar resplanering och betalningar. Genom att samverka kan dessa olika infrastrukturer bidra till att minska trängsel, förbättra tillgängligheten och främja användningen av hållbara transportsätt.

För att integrationen av drönarplattformar i mobilitetshubbar ska vara framgångsrik är det viktigt att dessa plattformar kan samverka med befintliga transportsystem. Hur olika kommersiella aktörer inom områden som elbilspooler, förarlösa fordon, eVTOL och logistikaktörer kan samexistera och dela gemensam infrastruktur vid offentliga mobilitetshubbar för att öka resurseffektiviteten blir därför en viktig fråga för att främja hållbar mobilitet. Här är några viktiga aspekter att ta hänsyn till vid integrationen:

- Identifikation av gemensamma resurser: För att främja samarbete och resurseffektivitet måste de olika aktörerna identifiera vilka resurser som kan delas vid mobilitetshubbarna. Det kan inkludera laddningsinfrastruktur för elbilar, utbytbara batterier, laddningsstationer för eVTOL-fordon, förarlösa fordonsstationer och logistikcentra.

- Standardisering: Det är viktigt att fastställa standarder och protokoll för att säkerställa kompatibilitet och interoperabilitet mellan olika aktörer. Detta inkluderar standarder för kommunikation, laddningsgränssnitt för olika fordonmodeller och system för att hantera och dela data.
- Flexibel infrastruktur: Mobilitetshubbar bör utformas med flexibilitet i åtanke för att kunna anpassas till olika behov. Det kan innebära modulär infrastruktur som kan anpassas till olika fordonstyper och ändrade krav över tiden. Särskild hänsyn bör tas till den snabba tekniska utveckling som sker inom drönarfarkosternas specifikationer och därmed bör inte mobilitetshubbens design låsas fast till en särskild drönarmodell.
- Teknisk interoperabilitet: För att drönarplattformar ska kunna samverka med befintliga transportsystem måste de vara kompatibla med de tekniska standarder och protokoll som används inom dessa system. Det innebär att det behövs en interoperabilitet mellan olika kommunikationsprotokoll, dataformat och gränssnitt. På så sätt kan information delas och utbytas smidigt mellan drönarplattformar och andra transportsätt.
- Resursallokering: Effektiv resursallokering är avgörande för att maximera användningen av gemensamma infrastrukturer. Det kan innebära att utveckla algoritmer eller plattformar för att hantera bokning och schemaläggning av resurser baserat på efterfrågan och tillgänglighet.
- Delad data och samarbete: Genom att dela relevant data, till exempel trafikflöden, efterfrågan och resursutnyttjande, kan aktörerna samarbeta för att optimera sina tjänster och minimera resursslöseri. Detta kan också underlätta samordning av olika transportsätt för att erbjuda sömlösa resor för användarna.
- Reglering och samordning: För att främja samexistens och samarbete mellan olika aktörer vid mobilitetshubbar kan regleringsorgan och myndigheter spela en viktig roll. Regleringar och policyer kan fastställas för att främja samarbete, fastställa rättigheter och skyldigheter för olika aktörer och säkerställa en rättvis och hållbar användning av gemensam infrastruktur.
- Gemensam ledning och övervakning: För att möjliggöra samordning mellan drönartrafiken och befintliga transportsystem är det nödvändigt att ha en gemensam ledning och övervakning. Detta kan uppnås genom att integrera drönarledningssystemet med kollektivtrafikens trafikledningssystem och andra relevanta plattformar. På så sätt kan drönartrafiken övervakas, koordineras och regleras på ett effektivt sätt.
- Ruttplanering och trafikstyrning: För att undvika konflikter och optimera resandet måste drönarplattformarna kunna ta hänsyn till befintliga transportsätt vid ruttplanering och trafikstyrning. Detta kan innebära att undvika överlappningar med kollektivtrafiklinjer, identifiera lämpliga flygrutter och anpassa flyghöjd och hastighet för att inte påverka gång- och cykelinfrastruktur negativt.

- Säkerhetsaspekter: Integrationen av drönarplattformar kräver också att säkerhetsaspekterna beaktas för att minimera risker och säkerställa en trygg samverkan med befintliga transportsystem. Det kan inkludera identifieringssystem för drönare, implementering av säkerhetsprotokoll och åtgärder för att förebygga oavsiktliga kollisioner eller andra farliga situationer.

Det är viktigt att utföra en noggrann analys av dessa olika aspekter och involvera aktörer från olika sektorer, inklusive fordons- och logistikföretag, myndigheter, teknikleverantörer och samhällsplanerare, för att utforma effektiva strategier för att främja samarbete och resurseffektivitet vid offentliga mobilitetshubbar. Samarbete skulle också krävas mellan myndigheter, transportföretag och drönaroperatörer, för att fastställa gemensamma standarder, regler och protokoll. Det skulle också kräva investeringar i teknisk infrastruktur och utbildning av personal för att säkerställa en smidig samverkan mellan drönarplattformar och befintliga transportsystem. Att avsätta yta för kommande koncept och tjänster säkerställer att det finns flexibilitet att anpassa utbudet efter vad som efterfrågas. Det är viktigt att vara ödmjuk för att framtiden är osäker.

Projektet *Den autonoma flygplatsen – nod i framtidens drönarleveranser* konstaterar att flygplatser har många av de funktioner som krävs för att vara värd för och utveckla infrastruktur och tekniklösningar som omfattar lufttransporter med drönare. I takt med att drönaroperatörer etablerar verksamhet i Sverige, är bedömningen att flygplatser i vissa fall kommer att utgöra en eftertraktad bas för drönaroperatören. Dels genom en redan existerande logistik med försändelser genom fraktflyg, dels genom de fysiska installationer som behövs för att fysiskt och regulatoriskt bedriva lufttransporter, både innanför och utanför flygplatsområdet. Samtidigt uppstår utmaningar kopplade till luftrummet när drönare ska samsas med traditionell luftfart.

4.7 SIMULERING AV POTENTIELLA PLATSER FÖR MOBILITETSHUBBAR

För att genomföra en simulering av potentiella platser för mobilitetshubbar i Skellefteå kommun och få en omfattande bild av kostnader, affärsmodeller och infrastrukturförutsättningar för uppbyggnaden, krävs en noggrann och iterativ process. Först och främst måste relevant data om Skellefteå kommuns geografi, befolkningsdensitet, trafikmönster och transportbehov samlas in och analyseras. Genom att identifiera områden där det finns ett tydligt behov av snabb och effektiv transport, speciellt i områden med trafikstockningar eller begränsad tillgång till traditionell kollektivtrafik, kan potentiella platser för mobilitetshubbar kartläggas. Existerande infrastrukturer och trafikflöden, såsom motorvägar, tågstationer, och eventuella hinder som kan påverka lufttrafiken, som höga byggnader eller naturreservat, behöver också kartläggas.

En iterativ process är en arbetsmetod där en uppgift eller ett problem löses genom att successivt upprepa och förbättra en serie steg eller cykler. Istället för att försöka lösa hela

problemet på en gång bryts det ned i mindre delar som kan bearbetas stegvis. Efter varje steg utvärderas resultatet, och eventuella förbättringar eller anpassningar görs inför nästa cykel av processen.

Fördelarna med en iterativ process inkluderar möjligheten att snabbt upptäcka och korrigera fel eller ineffektiviteter, ökad flexibilitet och anpassningsförmåga till förändringar och en ökad chans att uppnå en slutprodukt eller lösning som är mer i linje med de faktiska behoven eller kraven. Genom upprepade cykler av iterationer blir slutresultatet ofta starkare och mer väl genomtänkt än om man försöker lösa hela problemet på en gång.

Genom att genomföra en sådan iterativ simulering kan man få en omfattande bild av de potentiella platserna för mobilitetshubbar i Skellefteå kommun och de olika faktorer som påverkar deras uppbyggnad. Detta för att ge en solid grund för att fatta välgrundade beslut och skapa framgångsrika mobilitetslösningar för området.

4.7.1 MOBILITETSHUBBAR I SKELLEFTEÅ KOMMUN

I arbetet *En ny standard för mobilitet - fallstudie Skellefteå* gjordes en simulering för att identifiera lämpliga placeringar av mobilitetshubbar i Skellefteå kommun. Lämpliga placeringar för mobilitetshubbarna analyserades utifrån de förutsättningar som beskrivits i föregående kapitel (under rubriken 4.3 *Tekniska och affärsmässiga förutsättningar*). Den data som legat till grund för analyserna är av varierande kvalitet, exempelvis är befolkningsdata högupplöst medan mycket av vägnätet kommer från OpenStreetMap och är inte kvalitetsgranskat. Dessa är potentiella platser och för en slutgiltig placering av mobilitetshubbar i Skellefteå kommun bör ytterligare analyser genomföras. Lokaliseringsanalysen för mobilitetshubbar i Skellefteå följer nedan.

Hubb i mindre samhälle/by

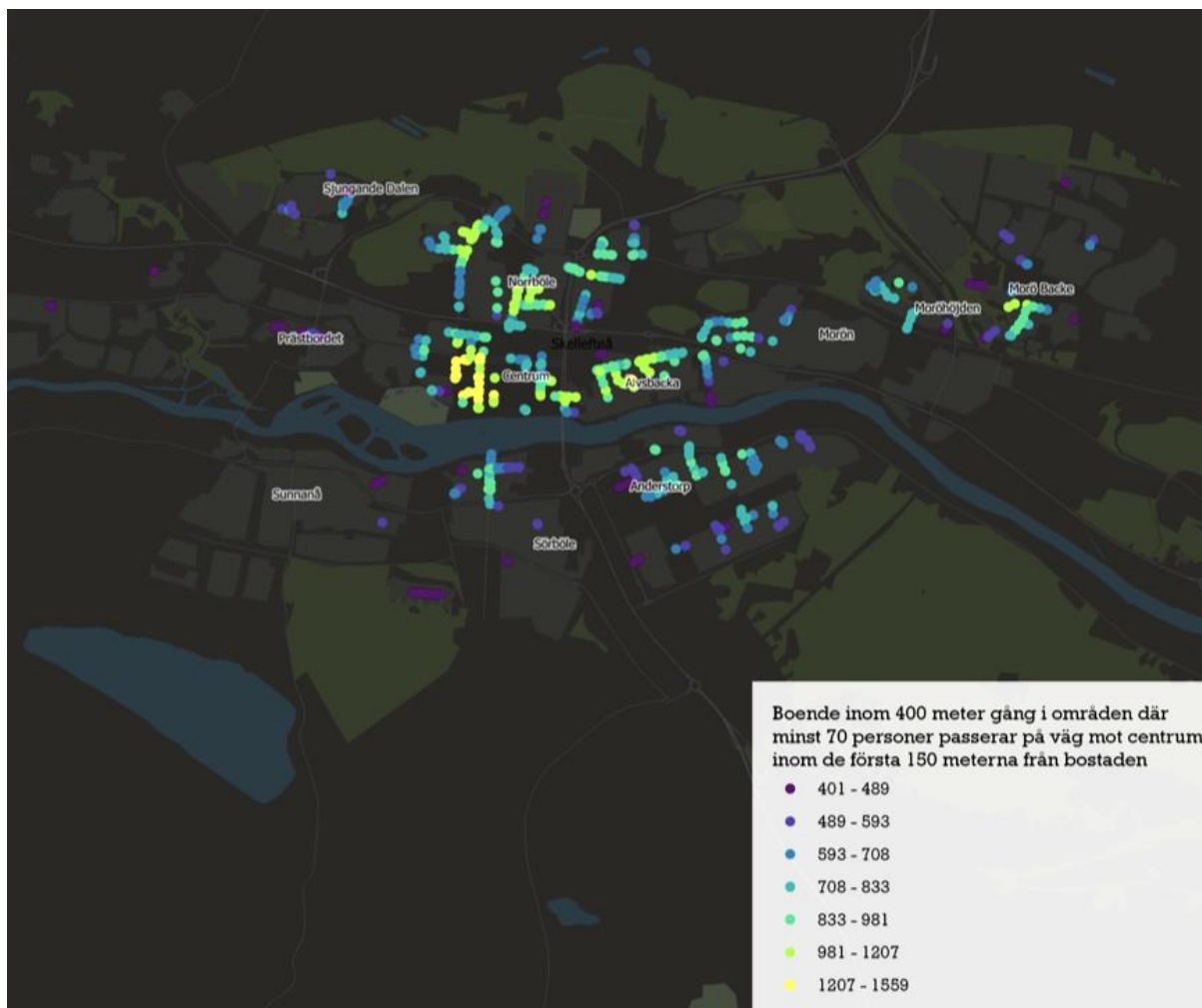
I analysen har de kollektivtrafiklinjer som går genom tätorterna kring Skellefteå analyserats med avseende på antal boende inom 500 och 1000 meter gång. Resultatet visar platser där en lokalisering kan vara intressant utifrån principen att desto större underlag (människor som bor nära) desto bättre är lokaliseringen. För att underlaget ska vara tillräckligt stort bedöms att minst 400 personer behöver bo inom 500 meters gångavstånd till hubben. Analysen visar att förutsättningar för denna typ av hubb finns i en rad av de kringliggande orterna och visas i figur 2 nedan.



Figur 2. Lämpliga områden för hubbar i kringliggande samhällen. © OpenStreetMap bidragsgivare

Bostadsnära hubb centralt eller semicentralt

För de bostadsnära hubbarna var det huvudsakligen två variabler som kontrollerades: antal boende inom 400 meter gång samt hur många som passerar hubbens läge på väg mot centrala Skellefteå till fots eller med cykel. Den första parametern är relevant för att ett tillräckligt underlag ska finnas för hubbens tjänster och den andra parametern för att hubbens placering ska vara naturlig på väg mot målpunkten. Eftersom alla målpunkter inte ligger centralt är det viktigt att vid beslut om hubbens läge göra en detaljstudie av de tänkta lägena för att säkerställa att de upplevs vara bra lokaliserade mot aktuella målpunkter i området. Gångvägarna och näbart område inom 400 meter bygger på körningar i Open Trip Planner. Analysen visar att förutsättningar för bostadsnära hubbar i centralt eller semicentralt läge finns på flera platser inom Skellefteå stad och visas i figur 3 nedan.



Figur 3. Lämpliga lägen för bostadsnära hubbar. © OpenStreetMaps bidragsgivare

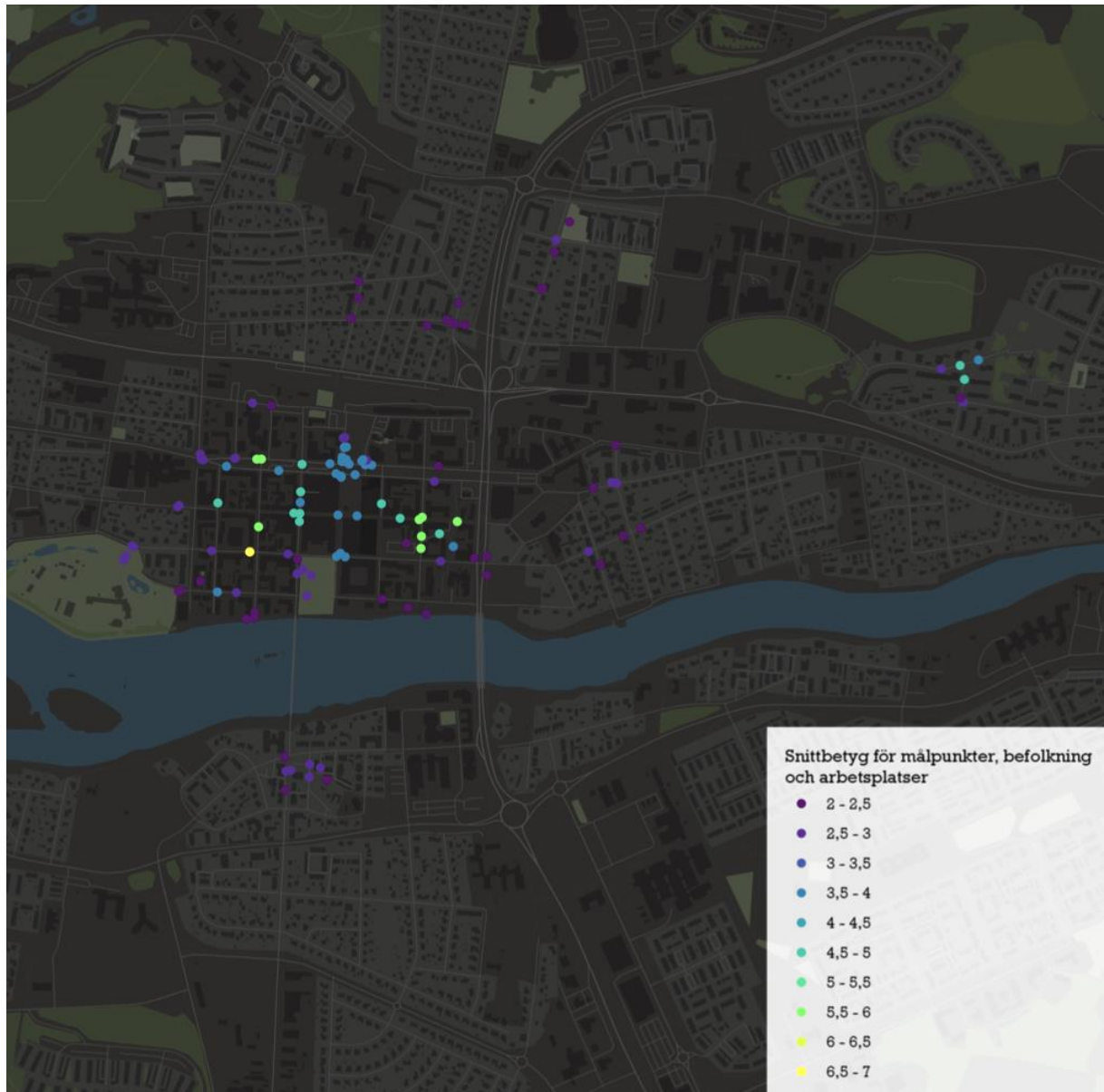
Centrala hubbar

För lämplig lokalisering av de centrala hubbarna kontrollerades dag- och nattbefolkningen samt antalet målpunkter i området (affärer, parker, restauranger, service, etcetera). Målpunkterna kommer från OpenStreetMap. För att kunna väga in alla faktorer så har siffrorna för befolkning och arbetsplatser omvandlats till ett betyg mellan 1 och 10 relativt andelen av maxantalet för den punkten med högst värde. För målpunkter gjordes en värdering enligt tabellen nedan:

Antal målpunkter	Betyg
1	1
2	2
3-4	5
5	7
6+	10

För att en punkt ska vara med måste den minst ha betyg 2 för två av faktorerna (befolkning, arbetsplatser och målpunkter). Resonemanget kring detta är att om det enbart är arbetsplatser eller bostäder i området bör hubbarna i stället vara av typen *bostadsnära*- eller

arbetsplatshubb. Det kan dock vara av värde att sprida ett antal hubbar av storleken *mini* mer brett i staden. Analysens resultat för lämpliga lokaliseringar för centrala hubbar visas i figur 4 nedan.



Figur 4. Lämpliga lokaliseringar för centrala hubbar. © OpenStreetMap bidragsgivare

Dataunderlaget för denna analys är dock svag då antalet arbetsplatser enbart funnits på Nyko4-nivå som sedan har fördelats ut efter antalet byggnader i mindre områden, samt att målpunkterna är tagna direkt från OpenStreetMap utan kvalitetsgranskning. Resultatet ska därför ses som ett test av konceptet snarare än ett slutresultat. Inför etableringen bör analysen göras med mer högupplösta och kvalitetssäkrade data.

Övriga hubbar

Övriga hubbar (arbetsplatser och externa hubbar) lokaliseras utifrån en kvalitativ analys där passande arbetsplatser och externa målpunkter identifieras utifrån lokalkännedom.

4.7.2 MOBILITETSHUBBAR MED DRÖNARTRANSPORTER OCH EVTOL I SKELLEFTEÅ KOMMUN

För att simuleringsmässigt kunna identifiera platser som skulle kunna matcha behoven för flygtaxis (eVTOL) och drönartransporter och skapa en bild av de relevanta kostnaderna, affärsmodeller och infrastrukturförutsättningar för att bygga upp mobilitetshubbar med drönarplattformar, är det viktigt att samla in omfattande data för analys.

För att utveckla hållbara och framgångsrika affärsmodeller för mobilitetshubbarna måste man ta hänsyn till de specifika behoven och kraven i Skellefteå kommun. Det kan inkludera passageraravgifter för eVTOL-flygtaxis, fraktavgifter för drönartransporter eller att samarbeta med logistikföretag och offentliga institutioner som kan subventionera eller sponsra vissa transporter.

Inom projektet *teststräcka för eVTOL* tog man fram tre olika affärsmodeller för kommersiell trafik av eVTOL-farkoster i Skellefteåregionen. On demand UAM (Urban Air Mobility) innebär att man beställer en eVTOL-resa likt en taxi, men även i mer befolkningstäta områden skulle det troligtvis behövas en mycket hög nyttjandegrad för att nå lönsamhet. Ju högre biljettpriset blir desto lägre blir efterfrågan och därför kommer inte resepriset att kunna vara för högt om man i tidiga skeden vill locka användare. De stora industriella investeringarna i norra Norrland kommer att kräva en effektiv regional kollektivtrafik för de troligtvis servicevana personer som rekryteras och som i någon mån vill fortsätta leva i ett samhälle med korta transporttider. Det är sannolikt att vissa korta resor som idag sker med affärsjet, taxiflyg och helikopter därmed ersätts av on-demandlösningar med eVTOL. Primärt är det dock troligtvis bilresor som ersätts, alternativt att det leder till helt nya resmönster och skapar nya resebehov. eVTOL kommer eventuellt även att bli en del av kollektivtrafiken och ett multimodalt transportsystem där en resa kan innehålla en kombination av mark- och lufttransport.

Schemalagda-/reguljärresor med eVTOL skulle i Skellefteå troligtvis främst ersätta buss, taxi eller egen bil. I dagsläget är det dominerande färdvalet personbilen över kollektivtrafiken. För att det ska löna sig att åka eVTOL behöver hela resan räknas in där man först behöver ta sig till en vertiport samt passa en avgång. Däri uppstår en viss tidsförlust samt att tankesättet runt samåkning kan möta visst motstånd. Andra faktorer som kan förlänga restiden med eVTOL skulle kunna vara förseningar beroende på väntetid för ett fritt luftrum, batteriladdning eller batteribyte, säkerhetsprocedurer med mera. När det gäller kostnaden av hela resan från start till slutdestination behöver även priset för att komma till och från en vertiport/vertistop räknas in.

Abonnemang på flygningar är en affärsmodell som bygger på att en kund, exempelvis ett större företag, i förväg köper in en tjänst för X antal resor på en eller flera sträckor till ett fast pris. Tjänsten innefattar då en helhetslösning innefattande vertiports, laddning och eVTOL-

transport för det antal resor som ingår i avtalet under en viss tid. Den här affärsmodellen bygger på kundens behov av resor och de fördelar som finns för kunden med den här lösningen. För leverantörer av eVTOL-tjänster kan denna lösning skapa en säker och kalkylerbar intäkt över längre tid. Denna affärsmodell skulle kunna vara det som får någon aktör att i tidiga skeden våga ta det första steget med att utveckla och erbjuda eVTOL-transporter.

Eftersom etableringen av mobilitetshubbar med drönarplattformar är en betydande investering är det viktigt att modellera och utvärdera kostnaderna noggrant. Kostnaderna inkluderar bland annat infrastrukturinvesteringar, löpande underhållskostnader, energiförbrukning, personalutgifter, eventuella reglerings- och licenskostnader samt kostnader för att uppfylla säkerhets- och miljöstandarder.

Miljöpåverkan och efterlevnad av lagstiftning är ytterligare aspekter att ta hänsyn till. Drönarverksamhet och eVTOL-flygningar kan ha olika miljömässiga och samhällliga påverkningar, det är därför viktigt att bedöma detta för varje potentiell plats. Dessutom kan olika områden ha strikta regler och begränsningar för drönarverksamhet, vilket kan påverka genomförbarheten och kräva anpassningar i planeringen. Genom att bedöma hur användningen av eVTOL-flygtaxis och drönartransporter påverkar den lokala miljön, bullernivåer och luftkvalitet kan man säkerställa att mobilitetshubbarna är i linje med hållbarhetsmål och miljöregleringar i Skellefteå kommun.

Riskhantering är också en viktig del av simuleringen. Identifiera potentiella risker, såsom olyckor, kollisioner eller säkerhetshot, och utveckla strategier för att hantera dem. Detta kan omfatta säkerhetsåtgärder för drönarflygningar, nödlandningsplatser och noggranna riskanalyser för olika flygscenarier.

För att bättre förstå hur en integrering av eVTOL skulle fungera i Skellefteåregionen valdes sex hypotetiska platser ut inom projektet *Teststräcka för eVTOL* för att visa restiden mellan dessa platser via land eller luft. De sex platserna valdes ut med ambitionen att identifiera olika resebehov exempelvis affärsresa, pendling eller nöjesresa. Det syftade även till att öka förståelsen för de utmaningar som finns när det gäller att etablera start- och landningsmöjligheter på olika sträckor. Av dessa sex hypotetiska start och landningsplatser för eVTOL är två vertiports och fyra vertistops. Skillnaden mellan dem är bland annat att en vertiport har snabblandningsmöjlighet och oftast en tydligare koppling till det övriga transportsystemet. Vertiporten kan även innehålla olika grad av inomhusmiljöer, lokaler för service och underhåll med mera. En vertistops är primärt en enkel start- och landningsplats ämnad för passagerare att stiga av eller på.

Vertiports:

- Skellefteå Airport: Flygplatsen är en viktig del i Skellefteås mobilitetssystem idag och är en knutpunkt för både nationella och internationella resor. Flygplatsen är även med och bygger upp en bred testbädd för elflyg.
- Skellefteå Centrum (kommande resecentrum): Tillgängligheten till stadskärnan genom utökningen av mobilitetsalternativ kommer att göra den till en ännu viktigare knutpunkt för flera transportslag. Norrbottniabanan som beräknas angöra Skellefteå under 2030-talet, samt uppbyggnaden av mobilitetshubbar som planeras av kommunen, är viktiga delar i det arbetet.
 - Sträcka Skellefteå Airport – Skellefteå Centrum (Resecentrum):
Med bil ca 20 km, 23 min körtid, med UAM ca 13 km, 8 min flygtid

Vertistops:

- Northvolt: Teststräckan mellan Northvolt och flygplatsen som har varit fokus för arbetet i det här projektet förväntas även bli en kommersiell transfersträcka framgent.
 - Sträcka Skellefteå Airport- Northvolt Ett: Med bil ca 27 km, 30 min körtid, med UAM ca 13 km, 8 min flygtid
- Arctic Centre of Energy (ACE): Centrumbildningen för elektrifiering på Skellefteå Campus kommer att vara en del av testverksamheten för elektrifierat flyg. Det projekteras en ny byggnad där vi tittat på en tänkt landningsplats i närheten av byggnaden.
 - Sträcka Skellefteå Airport – Campus Skellefteå: Med bil ca 19 km, 20 min körtid, med UAM ca 13 km, 8 min flygtid
- Boliden: I Boliden sker en stor inpendling varje dag från Skellefteå stad då gruvbolaget Boliden är en stor arbetsgivare. Det finns även behov av snabba varutransporter.
 - Sträcka Skellefteå Airport – Boliden: Med bil ca 52 km, 47 min körtid, med UAM ca 40 km, 20 min flygtid
- Bygdsiljum: Ett populärt turistmål året om och Holmen har ett stort sågeri med betydande inpendling från Skellefteå där. Även ett stort antal verkstadsindustrier finns i Bygdsiljum.
 - Sträcka Skellefteå Airport – Bygdsiljum: Med bil ca 50 km, 42 min körtid, med UAM ca 40 km, 20 min flygtid

Projektet *Den autonoma flygplatsen – nod i framtidens drönarleveranser* bekräftar relevansen av att välja flygplatsen som värd för en drönarhamn. Drönarhamnarna kan dra nytta av frakt- och flyginfrastruktur, expertis, tillstånd, teknik för trafikledning och lager samt av de befintliga byggnaderna på flygplatsen som lufttransportföretag och drönare operatörerna kan hyra och använda. Flygplatsen fungerar också som en logistikhubb för transporter och hanterar leveranser från början till slut. Genom att samarbeta med traditionella multimodala distributionstjänster ingår drönarhamnen då i ett stort nätverk av

andra noder med stor geografisk spridning, vilket gör att drönarhamnen kan ha ett handlingsnätverk på kommunal, regional, nationell och till och med på internationell nivå.

Genom att sammanväga all denna information bildas en övergripande bild av vilka platser som kan vara lämpliga för att etablera mobilitetshubbar med drönarplattformar för persontransporter med eVTOL och drönartransporter.

Droneport Skellefteå: Hammarängen

Skellefteå Airport (ELIS), Skellefteå kommun, LTU, Katla och Skanska samarbetar för att integrera infrastruktur för drönarleveranser i det stora logistikområdet Hammarängen som är under utveckling i Skellefteå. Eftersom logistikområdet är under utveckling finns möjlighet att från början integrera drönarleveranser i planeringen och därmed skapa ett multimodalt nav där alla transportslag samordnas. Förhoppningen är att detta långsiktigt ska bidra med positiva miljömässiga, ekonomiska och samhällsliga effekter. Satsningen är en del av utvecklingsprogrammet ELIS som handlar om att testa, utveckla och kommersialisera elektrifierad luftfart. Drönarna kommer främst vara avsedda för paketleveranser och på sikt även persontransporter.

Droneporten i Hammarängen byggs i Skellefteå av flera anledningar som gör den till en lämplig plats för drönarrelaterad forskning, utveckling och testning. En viktig faktor är den låga populationsdensiteten, vilket skapar gott om utrymme för drönaraktiviteter utan att orsaka säkerhetsrisker för invånarna. Dessutom erbjuder Skellefteå ett relativt tomt luftrum, vilket möjliggör flygningar utan större trafikstörningar och möjliggör testning av drönarteknologi i en verklig miljö. Det kalla klimatet och närvaron av snö är också fördelaktiga för drönarverksamheten i området då det ger möjlighet att testa drönare under utmanande väderförhållanden, vilket är värdefullt för att utvärdera deras prestanda och pålitlighet under extrema förhållanden.

En annan anledning till att droneporten byggs i Skellefteå är den ledande expertisen inom elektrifiering, vätgas, elektromagnetisk interferens/elektromagnetisk kompatibilitet (EMI/EMC) och testning i kallt väder. Denna kunskap och kompetens lockar forskare, ingenjörer och företag inom drönarindustrin för att dra nytta av de unika möjligheterna och resurserna som regionen har att erbjuda. Skellefteå kommun blir ett center för forskning och utveckling av drönarteknologi och lösningar.

Droneporten ska möjliggöra verkliga tester, ett så kallat living lab. Detta gör det möjligt att utvärdera och förbättra drönarnas prestanda och säkerhet, inklusive ljuslösningar, kommunikationssystem, radarsystem och testning under utmanande väderförhållanden.

För att främja ytterligare innovation och kompetensutbyte kommer droneporten att ge tillgång till ett omfattande nätverk av partners inom elektrisk luftfart och forskning via

samarbeten med Luleå tekniska universitet (LTU) och Arctic Center of Energy. Därutöver inkluderar partnernetverket företag och organisationer som RISE, LFV, LTU, IBG, Skellefteå Kraft och flera andra aktörer som kan bidra med sin expertis och resurser.

Skellefteå kommer att anordna Expo 2026 där ett av tre fokusområden är framtidens mobilitet och där ELIS och luftburen mobilitet kommer att vara ett av områdena där Sverige kan visa upp verkliga lösningar för en världspublik. Målåret 2026 är ett bra målår för att hålla ett högt tempo och implementera så mycket som möjligt så fort som möjligt. En av drivkrafterna i Skellefteå (och med Advanced Air Mobility i stort) är att på riktigt implementera lösningar som förbättrar för invånare, företag och samhället i stort.

Skellefteås förmåga att erbjuda 100% grön elektricitet är en viktig aspekt för drönantransporter och eVTOL-flygtaxis, eftersom dessa fordon är beroende av hållbar och ren energi för att minska sina koldioxidutsläpp och miljöpåverkan. Droneporten på Hammarängen ska byggas i trä med hållbara lokala material och metoder.

När det gäller faciliteterna kommer droneporten att innehålla allt som krävs för en välfungerande drönanbas. Det kommer att finnas möjlighet till vatten, elektricitet och internetuppkoppling för att stödja de olika operationerna. Kontorsutrymmen möjliggör forskning, planering och administration. Containerlösningar används för förvaring, underhåll och verkstad för drönarna och deras utrustning. Batteriladdning och förvaring är nödvändiga för att säkerställa att drönarna har tillräcklig energi för sina flygningar. Ett inhägnat område med larm och vaktmöjligheter garanterar säkerhet och sekretess för drönanverksamheten. Dessutom kommer en asfalterad start- och landningsplatta (15x15 meter) att användas för att säkerställa smidiga och säkra start- och landningsprocedurer. Slutligen kommer ett gemensamt hangarutrymme för blandad användning att möjliggöra smidig och effektiv hantering av drönarna och deras teknik.

5. RUTINER OCH ARBETSSÄTT

Tillgänglighet är en grundförutsättning för att skapa ekonomiska och sociala värden i samhället. Människor behöver förflytta sig för att tillgodose sina behov, sociala åtaganden och personliga önskemål. Dessa aktiviteter är ofta geografiskt spridda och kräver goda kommunikationer. Att de är spridda kan också sägas vara en effekt av våra goda kommunikationer. Genom att arbeta med tillgänglighet på olika sätt, såväl rumslig närhet, mobilitet och digital tillgänglighet, kan ett mer transporteffektivt samhälle skapas. I ett transporteffektivt samhälle minimeras transportarbetet samtidigt som invånare, näringsliv och offentliga organisationer kan tillgodose sina behov och nå de målpunkter som behövs. Ett minskat trafikarbete bidrar positivt till minskade utsläpp och därmed även människors hälsa.

5.1 EXISTERANDE ARBETSSÄTT

Vid planläggning ska bebyggelse och bygnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till möjligheterna att ordna bland annat trafik, avlopp, avfallshantering och elektronisk kommunikation. Av översiktsplanen ska det framgå hur kommunen i den fysiska planeringen tänker ta hänsyn till och samordna översiktsplanen med nationella och regionala mål, planer och program av betydelse för en hållbar utveckling inom kommunen. Flera av dessa rör infrastruktur, exempelvis regionala tillväxt- och utvecklingsprogram, länsplaner för transportinfrastruktur, de transportpolitiska målen och planer som rör elektronisk infrastruktur, avfallshantering och kollektivtrafikförsörjning.

Samhällsplanering utförs av flera olika aktörer och har olika karaktär beroende på syftet med planeringen. Den kan bestå av fysisk planläggning som leder till konkreta ställningstaganden om hur mark- och vattenområden ska användas, men aktörernas processer kan också resultera i strategiska ställningstaganden eller ekonomiska prioriteringar. För att strategierna och prioriteringarna ska få genomslag behöver de samordnas med den fysiska planläggningen.

I ett trafikstrategiskt arbete är det viktigt att utgå från de vägval som görs i kommunernas översiktsplaner och regionernas regionala utvecklingsstrategier eller regionplaner eftersom det är i dessa planer som de övergripande visionerna och målen beslutas. Trafikstrategiskt arbete är ett synsätt och verktyg som syftar till att skapa ett transportsystem som är flexibelt nog att hantera förändringar och störningar. Genom att fokusera på invånarnas och näringslivets tillgänglighetsbehov, och hur dessa kan tillgodoses på ett hållbart och resurseffektivt sätt, skapas förutsättningar för ett mer hållbart samhälle.

En metod för integrerad påverkansbedömning av infrastrukturtransformationer i urbana miljöer har utvecklats för att förbättra förståelsen av effekterna av Trafikverkets infrastrukturprojekt. Metoden behandlar både nationella transportinfrastrukturinvesteringar och lokala effekter. Den belyser särskilt hur ökad tillgänglighet på regional och interurban skala kan minska användbarheten av områden nära infrastrukturen på lokal skala på grund av utsläpp och buller, risk för olyckor, negativ påverkan på djurlivet samt barriäreffekter. Målet med metoden är att minska dessa negativa avvägningar av ny eller omvandlad transportinfrastruktur och samtidigt erkänna lokala möjligheter och känsligheter.

Metoden möjliggör en integrerad bedömning av infrastrukturprojekt med socioekonomiska-, kulturhistoriska- och miljöeffekter. Den bygger på den befintliga metoden för integrerad landskapsanalys (ILKA) som används av Trafikverket men har anpassats för att kunna bedöma komplexiteten i urbana miljöer. Den övergripande bedömningsmetodologin är baserad på en före-och-efter-analys, där den befintliga situationen systematiskt jämförs med de framtida scenarierna som föreslås av Trafikverket.

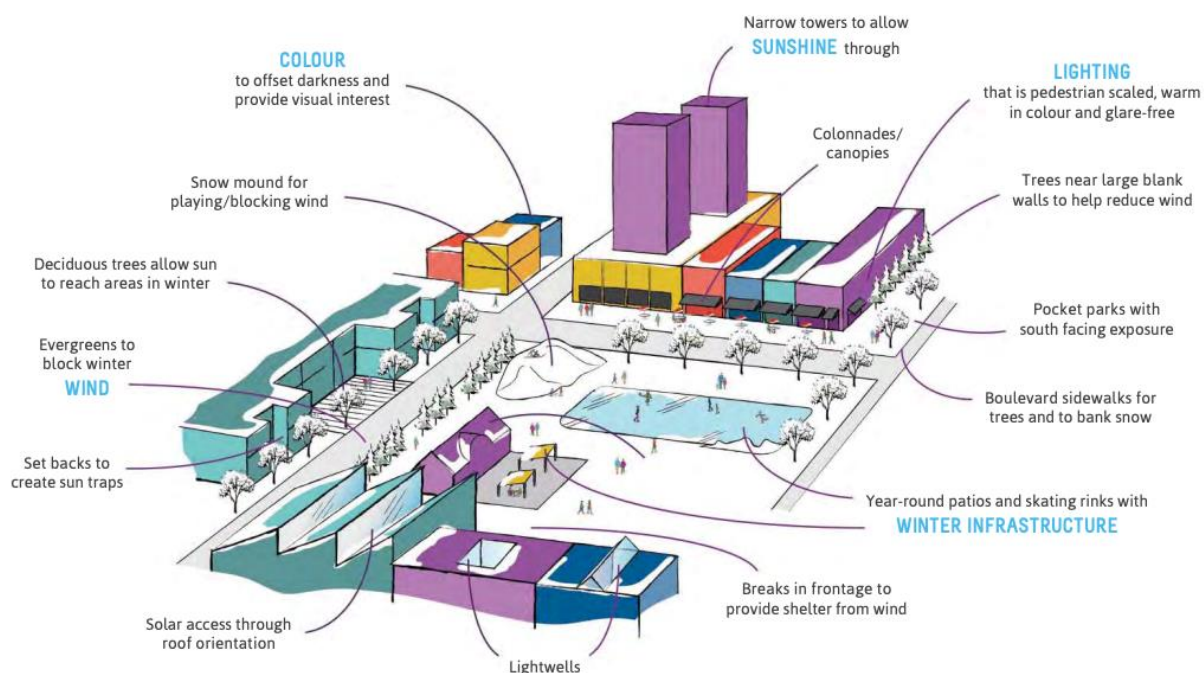
I arbetet med mobilitetshubbar vare sig det handlar om persontransporter utan luftburna transporter, inkluderat lufttransporter eller godshantering via hubbarna finns många frågor kring arbetet, ansvar och ägandet för mobilitetshubbar samt hur de mobila tjänsterna ska organiseras. Om det är kommunens, byggherrens, privata bolag eller markägaren som ska driva mobilitetshubbar eller hur bemanning- och servicetjänster samt logistiken kring varuleveranser kan ordnas. För att lösa dessa frågor krävs ett gemensamt ansvar och samordning mellan de olika aktörerna. Kommunala planerare bör ta en koordinerande roll för att skapa ett nätverk av aktörer som arbetar för delningsmöjligheter. Mobilitetsarbetet kan innebära att kommuner sänker sina parkeringsnivåer och använder samutnyttjande lösningar för att minska parkeringsytorna. Möjligheter för mobilitetsåtgärder inom den fysiska planeringen är begränsade, men enligt PBL kan idag kommunen genom lokaliseringssprövning och detaljplanens utformning styra utbud och parkeringsbehov. Utöver detta kan kommuner använda överenskommelser och avtal med byggherrar för att främja mobilitetsåtgärder. Flexibla detaljplaner och krav på delning kan också vara verktyg för att främja användningen och utvecklingen av mobilitetstjänster. Trafikutredningsbyrån rekommenderar i en rapport att kommunernas parkeringspolicys bör inkludera öppna mobilitetstjänster för boende från olika hushåll på områdesnivå och inte bara mobilitetsintentioner för nyproduktion.

Svårigheterna som uppstår vid uppförandet och genomförandet av mobilitetshubbar utifrån den fysiska planeringen av mobilitetsåtgärder som hanteras enligt PBL i nuläget, kräver att det finnas andra alternativ än flexibla detaljplaner som möjliggör att byggnader kan användas på flera sätt. PBL behöver ge ett bättre stöd till kommunens fysiska planeringsarbete, så att mobilitetshubbar kan användas som strategiska målpunkter och skapa helhetsverkande lösningar för att kunna sammanbinda rumsligt segregerade stadsdelar. Det kräver även att alla aktörer inom stadsbyggnadsområdet och mobilitetsleverantörer samverkar och bidrar med investering och kunskap.

För stadsplanering i städer med stor säsongsvariation och vintrar dominerade av snö, is och mörker finns särskilda utmaningar för att skapa en inbjudande och välfungerande stadsmiljö under vinterhalvåret. I dessa vinterstäder går varje aspekt av den byggda miljön som kan lagra värme och sol eller mildra den isiga vinden långt när det gäller att hålla staden levande året runt. I Edmonton, Kanada, togs en uppsättning vinterdesignrekommendationer fram 2016. I *Winter Design Guidelines – Transforming Edmonton into a Great Winter City* finns fem huvudprinciper beskrivna att ta särskild hänsyn till vid stadsplanering i vinterstäder (figur 5):

- Inkludera designstrategier för att blockera vinden.
- Maximera exponeringen för solsken genom orientering och design av byggnader.
- Använd färg för att skapa en livfull stadsmiljö.

- Skapa visuellt intresse med strategisk användning av kreativ belysning.
- Tillhandahåll infrastruktur som stödjer det önskade vinterlivet.



Figur 5. Illustration över hur riktlinjer för vinterdesign kan användas inom ett område. Bild från *Winter Design Guidelines – Transforming Edmonton into a Great Winter City*.

Dessa 5 principer kan tillämpas på alla sammanhang (områden, gator, platser och öppna ytor) på en mängd olika sätt. Dessa rekommendationer inkluderar exempelvis att addera balkonger, träd och podium till höga byggnader för att sakta ner och omdirigera vinden; installera tryckknappsdrivna värmare vid populära kollektivtrafikstopp; höja övergångsställen på gånggator för att hålla dem fria från snö; plantera ständigt gröna träd (så som barrträd) för att sakta ner vinden i parker och på gångstråk; och designa sittområden som är skyddade från vinden och vetter mot söder för att fånga solen.

Att utforma platser, byggnader och infrastruktur på ett sätt som är anpassat till vinterns utmaningar och möjligheter innebär också att utforma platser som blir attraktiva vinterdestinationer, till exempel genom att inkludera skidbackar, skridskobanor eller evenemangsområden. Genom att använda färgglada element och kontrasterande ytor för att bryta av den vita vintermiljön och kan man göra området mer visuellt intressant.

Kreativ belysning gör platser mer inbjudande och minnesvärda, och kan ha en stor påverkan på vår känsla av plats, identitet och stolthet. Kreativ belysning behöver inte använda mer energi eller ljus, den kräver bara en övergång till olika former, färger och former. Utforma byggnadsbelysning för att förbättra synlighet, estetik och säkerhet för byggnadsanvändare och fotgängare. Belysningsval bör minimera bländning, samtidigt som de förstärker arkitektoniska detaljer.

Byggnader bör vara orienterade för att maximera mängden solinstrålning och passiv uppvärmning under vintermånaderna. Detta kan hjälpa till att minska uppvärmningskostnaderna och öka komforten. Byggnader och grönområden bör även placeras strategiskt för att minimera exponeringen för kalla vindar. Vindskyddade områden kan skapas genom att använda naturliga barriärer som andra byggnader eller konstgjorda element, dessutom kan arkitektoniska element, som takutstick och verandor, erbjuda skydd mot snö och regn. Det är samtidigt viktigt att använda byggmaterial som tål extrema temperaturer och klimatförhållanden.

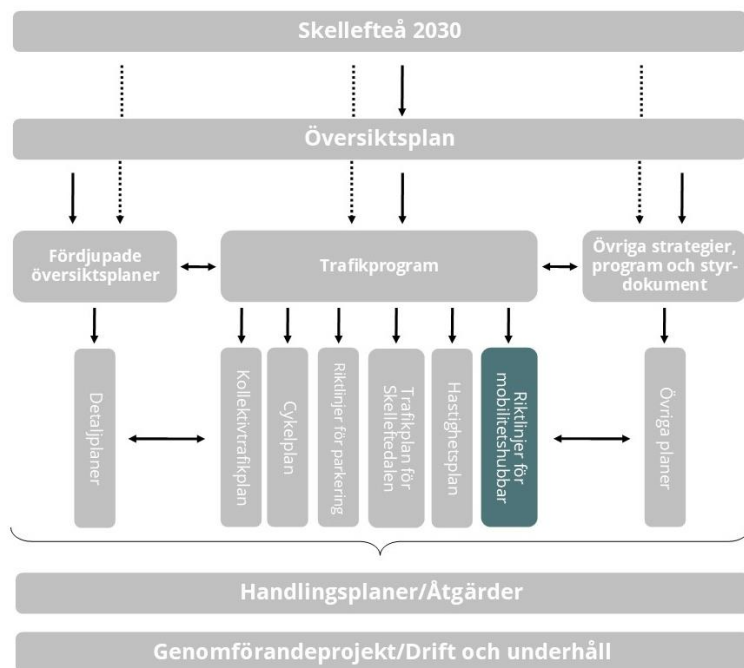
Stadsplanering i kallt klimat är således en komplex uppgift som kräver noggrann hänsyn till klimatförhållanden, energieffektivitet, infrastruktur, bebyggelse och invånarnas välbefinnande. För att skapa en balanserad och hållbar stadsmiljö bör de blågröna planeringsmetoderna utvidgas och inkludera även vita ytor. Med "blågröna planeringsmetoder" avses en strategi som integrerar både vatten- och grönområden i stadsplaneringen för att ta hänsyn till ekosystemtjänster och främja bland annat vattenhantering, klimatanpassning, biologisk mångfald och förbättrad livskvalitet för invånarna. Genom att kombinera dessa två element med hänsyn till de säsongsbetonade vita ytorna som utgörs av snö skapas förutsättningar för en bättre stadsmiljö.

5.2 NYA ARBETSSÄTT

Forskningsinstitutet RISE och arkitektbyrån ARUP har utvecklat ett ramverk för flexibla mobilitets- och servicehubbar som bygger på ett modulärt och standardiserat tillvägagångssätt. Processen för att välja lämpliga moduler och plats för hubben sker i tre steg:

1. Analys av sammanhanget: Vad är externa drivkrafter, lokala behov och förutsättningar? Exempel på nyckeltal är lokalisering och densitet, områdets karaktär, färdmedel idag samt nyckelaktörer.
2. Mål med hubben: Vad är viktigast för den valda platsen? Exempel på mål är sista milen-integration, stadsrumskvaliteter, hållbar design och anpassningsbarhet.
3. Val av moduler för att tillgodose de identifierade behoven och möta önskade mål: Exempel på moduler är cykelparkering, bilpool, laddinfrastruktur, co-working, grönytor och väderskydd.

Skellefteå kommun arbetar för nuvarande med ett styrdokument som heter *Skellefteå kommuns riktlinjer för mobilitetshubbar och noder* som har en tydlig koppling till Utvecklingsstrategi Skellefteå 2030, Trafikprogram för Skellefteå kommun och Riktlinjer för parkering och den översiktliga planeringen (figur).



Figur 6. Styrdokument under arbete för framtida planering av mobilitetshubbar i Skellefteå kommun.

Enligt *Skellefteå kommuns riktlinjer för mobilitetshubbar och noder* bör planeringsinriktningar för den fysiska delen av mobilitetshubbar ske enligt följande:

- Planering av och investering i mobilitetshubbar ska utgå från "Hela resan"-perspektivet.
- Den bostadsnära hubben ska uppmuntra till ett minskat bilberoende för invånare och möjliggöra en attraktiv boendemiljö lokalt.
- Mobilitetshubbar ska bidra till att minska behovet av gatumarksparkering för bil.
- Mobilitetshubbarna ska ha goda anslutningar för gående och cyklister i tätbebyggda områden.
- Utveckla större bytespunkter för kollektivtrafiken så att de erbjuder de basfunktioner som en mobilitetshubb bör ha.
- Uppmuntra och möjliggör för privata aktörer att erbjuda annan service i mobilitetshubbarna eller i dess närhet.
- Planera för att kommande resecentrum i Skellefteå Centrum erbjuder fler servicefunktioner än de basfunktioner som en mobilitetshubb bör ha.
- Gestaltningen av mobilitetshubbar på allmän plats bör utgå från en grundutformning och identitet för att skapa tydlighet och igenkänning.

Fortsättningsvis lyder planeringsinriktningar för den digitala delen av mobilitetshubbar i *Skellefteå kommuns riktlinjer för mobilitetshubbar och noder* som följande:

- Mobilitetshubbens infrastruktur får inte enbart vara fysisk utan det behöver finnas lättillgänglig information för användarna om den service som finns på mobilitetshubbarna.
- För att mobilitetstjänsterna ska upplevas som enkla att använda bör alla tjänster samlas i en gemensam digital infrastruktur. Det vill säga att hubbarna ska vara uppkopplade mot olika tjänster för trafikinformation, exempelvis information om kollektivtrafik, hyrcyklar, parkering etc. så att resenären på ett och samma ställe kan hitta aktuell trafikinformation om hela resan från dörr till dörr.
- Betalningen för de olika mobilitetstjänsterna bör vara enkel och sammankopplad, exempelvis att du kan lösa bussbiljett och hyrcykel via samma betaltjänst.
- Möjliggöra och uppmuntra för helt nya aktörer att addera nya tjänster ovanpå existerande aktörers data.
- Möjliggöra och uppmuntra till nyttjande av ny teknik som IoT, 5G, AI för att analysera och optimera resursflöden, påverka beteenden och automatisera drift.
- Möjliggöra säkert och tillförlitligt informationsutbyte mellan aktörer som bidrar till funktioner i en nod/hubb.

I dagsläget har kommunens planeringsarbete i huvudsak utgått från persontransporter på väg när det gäller hållbara transporter och mobilitetshubbar.

Den här rapportens disposition är att planering av mobilitetshubbar bör ske på ett sätt där olika tekniska krav från eventuellt framtida mobilitets och logistik lösningar beaktas samt att även "kallt klimat" faktorn får ta plats i planeringen. Då en högre grad av eldrivna mobilitets alternativ blir tillgängliga behöver möjligheten att optimera användningen av dessa tas i beaktning i ett kallt klimat. Det blir även viktigt att det till exempel inte planeras för en mobilitetshubb med drönarplattformar i ett område där det finns höga byggnader eller master som försvårar eller omöjliggör framtida drönartransporter i området. Att avsätta yta för kommande koncept och tjänster blir ett viktigt verktyg för att säkerställa att det finns flexibilitet att anpassa utbudet efter vad som efterfrågas.

Skellefteå kommuns samhällsplanerare menar att komplexiteten när det gäller vilka behov de olika transporttyperna tillgodoser samt vilka förutsättningar som behövs för dem att fungera ställer krav på kommunens samhällsplanering. Följande områden har pekats ut som särskilt utmanande och har ett högt behov av ökad mobilitet.

Godstransporter:

- Citylogistik
- Långväga (regionala, nationella, internationella) godstransporter.
- Tunga godstransporter vs mindre styckegodstransporter.
- Godstransporter mellan landsbygd/glesbygd och stad.

Persontransporter:

- I dagsläget har arbetet kring hållbara resor fokuserat till största del på persontransporter och arbetspendling inom Skellefteå kommun. Anledning till detta är för att planering behövs för att kunna hantera den stora massan och restoppar som uppstår när många människor reser samtidigt.
- I fortsatta arbeten kring hållbart resande i Skellefteå bör större fokus ligga på att utforska de mekanismer som ligger bakom de resor som görs utanför arbetspendling.

Luftburna transporter:

I Skellefteå bör fokus på kortare sikt ligga på godstransporter. För kommunen blir detta en strategisk planeringsfråga i översiktsplaneringen för markanvändningen. För Skellefteå likt för många andra kommuner är det helt nytt att planera det nedre luftrummet och vilka konsekvenser luftburen trafik i det nedre luftrummet har för markanvändningen. En utmaning blir lokaliseringen av mobilitetshubbar i förhållande till vägtransportstråk och framtida lufttransportstråk.

Myndigheternas olika roller:

Myndigheters olika roller på lokal, regional och nationell nivå behöver tydliggöras. Även en ökad samverkan mellan myndigheter behövs kring utvecklingen av drönarflyg. Sveriges kommuner och regioner (SKR) har startat ett nätverk för sina medlemmar i syfte att fördjupa kunskapen i dessa frågor.

Kommunerna har idag ansvaret för att planlägga användningen av mark och vatten. När det gäller luftrummet är det Luftfartsverket och Transportstyrelsen som äger frågan.

När det gäller ökad användning av luftburna logistik och persontransporter pågår ett antal initiativ för att stötta implementeringen och utvecklingen av luftrummet. CITYAM är ett transnationellt samarbete i Östersjöregionen med syfte att stödja och stärka städer för en ansvarsfull och acceptabel ökning av luftmobilitet i städer. Målet är att uppnå ett renare och mer hållbart transportsystem genom att använda drönare som en grön och smart form av mobilitet. Projektet består av 13 deltagare från 6 länder, inklusive forskningsinstitutioner, flygfartskluster och ett living lab. Genom nära transnationellt samarbete kommer CITYAM att tillhandahålla ingredienserna och verktygen för en gedigen UAM-strategi, inklusive anpassning av stadsplanering i förhållande till landningsplatser och luftrumshantering. Målet är även att skala upp driften av stadsägda drönare som en del av ett multimodalt transportsystem. Genom detta arbete kommer Östersjöregionen att stärka sin roll som Europealedande inom UAM och leda vägen för ansvarsfull och hållbar användning av luften i städerna.

5.3 SAMUTVECKLING

Samutveckling av mobilitetshubbar innebär att olika intressenter och aktörer, såsom stadsplanerare, myndigheter, transportoperatörer, näringsidkare och medborgare, samarbetar för att planera, utveckla och implementera mobilitetshubbar. Denna samarbetsprocess möjliggör en mer integrerad och hållbar lösning som tar hänsyn till olika perspektiv och behov.

En framgångsrik samutveckling kräver en öppen och inkluderande dialog mellan alla intressenter. Det handlar om att skapa en plattform där alla kan dela sina idéer, åsikter och erfarenheter. Genom att aktivt lyssnande kan förståelse för varandras behov och prioriteringar öka, vilket leder till mer holistiska och välavvägda lösningar. Dessutom kan en konstruktiv dialog minska risken för konflikter och missförstånd längre fram i processen.

Vid samutveckling är det också viktigt att tydligt fastställa gemensamma mål och visioner för mobilitetshubben. Detta skapar en stark samarbetskultur där alla strävar mot samma vision. Att identifiera och enas om de centrala utmaningarna och möjligheterna i området gör det möjligt att inrikta insatserna och resurserna på de mest kritiska områdena. Ett gemensamt mål ger också ett starkt riktmärke för utvärdering av projektets framgång och effektivitet.

En grundlig planerings- och designfas är avgörande för att skapa en hållbar och välfungerande mobilitetshubb. Vid samutveckling kan olika intressenter bidra med sin expertis och insikt för att identifiera de bästa lösningarna. Stadsplanerare kan säkerställa att hubben smidigt integreras i den befintliga infrastrukturen och stadsstrukturen. Transportoperatörer kan bidra med sin kunskap om resenärernas rörelsemönster och behov för att optimera hubbens effektivitet. Näringsidkare och fastighetsutvecklare kan ge insikt om hur hubben kan bidra till att främja ekonomisk tillväxt och skapa en attraktiv och livlig omgivning.

Ett av de vanligaste hindren vid utveckling av mobilitetshubbar är bristen på tillräckliga resurser. Vid samutveckling kan olika aktörer dela på kostnaderna och resurserna. Offentliga medel kan användas för att stödja infrastrukturinvesteringar, medan privata investeringar kan användas för att finansiera kompletterande tjänster och faciliteter. Genom att dela på kostnaderna kan man öka genomförbarheten och hållbarheten för projektet.

Samutveckling möjliggör även utbyte av kunskap och expertis, vilket ofta leder till innovativa lösningar. Genom att kombinera olika perspektiv och erfarenheter kan man komma på nya och kreativa sätt att förbättra mobilitetshubben. Detta kan inkludera användning av ny teknik för att förbättra användarupplevelsen, införlivande av gröna lösningar för att minska miljöpåverkan och skapande av sociala program för att öka samhällsinklusionen.

Byråkratiska hinder och komplexa tillståndsförfaranden kan fördröja eller förhindra genomförandet av mobilitetshubbar. Genom samutveckling kan olika aktörer gemensamt hantera dessa utmaningar genom att samarbeta med myndigheter och påverka regelverket för att underlätta genomförandet. Ett gemensamt engagemang kan också underlätta för att få nödvändiga tillstånd och godkännanden.

Efter implementeringen är kontinuerlig utvärdering och anpassning av mobilitetshubben viktigt för att säkerställa dess framgång. Feedback från resenärer och andra intressenter är värdefullt för att identifiera eventuella förbättringsområden och justera hubbens funktion och tjänster för att möta föränderliga behov över tid.

Samutveckling av mobilitetshubbar är en kraftfull strategi som drar nytta av olika kompetenser och erfarenheter. Genom att engagera olika intressenter skapar man en känsla av ägande och ansvar, vilket kan leda till en mer livlig och blomstrande hubb som möter samhällets behov på ett mer omfattande sätt. Genom samarbete, planering, innovativa lösningar och kontinuerlig utvärdering kan samutvecklingen ge upphov till välplanerade, hållbara och effektiva mobilitetshubbar som främjar hållbar stadsutveckling och förbättrad resenärsupplevelse.

5.4 ARBETSÄTT VID UPPRÄTTANDET AV EN DRONEPORT

Under projekttiden har det parallellt pågått ett arbete med upprättandet av en droneport vid hammarängen. I det arbetet har planering skett i så kallat green field område där ingen annan bebyggelse finns sedan tidigare som eventuellt komplicerar planeringen. På så sätt är arbetet inte jämförbart med planering för en liknande lösning i exempelvis en stadskärna där fler faktorer skulle komma att påverka. Men arbetsättet innehåller ändå lärdomar om hur man kan tackla de utmaningar som uppstår i samarbetet mellan flera aktörer där även mark och luftrumspanering börjar mötas

Att planera mobilitetshubbar med nödvändiga perspektiv från berörda intressenter kräver ett strukturerat arbetssätt och en öppen dialog för att säkerställa att rådande tekniska och kommersiella förutsättningar för drönantransporter, elfordonsladdning, och förarlösa fordon beaktas. Här är ett steg-för-steg-arbetsflöde för att genomföra planeringen:

Steg 1: Identifiera relevanta intressenter: Börja med att identifiera alla relevanta intressenter som kan påverka eller påverkas av mobilitetshubben. Detta kan inkludera stadsplanerare, transportoperatörer, teknikföretag, fastighetsutvecklare, elfordonsleverantörer, drönanoperatörer, och andra intressenter. Ett tvärfunktionellt team bör sammansättas med representanter från varje intressentgrupp för att säkerställa en bred representation av perspektiv.

- Intressenter från Skanska, Skellefteå Airport (ELIS), Skellefteå kommun, LTU och Katla.
- I detta projekt deltog ett tvärfunktionellt team av nyckelpersoner hos respektive organisation för att snabbt kunna gå vidare med ett genomförandeprojekt.

Steg 2: Genomför workshops och möten: Anordna workshops och möten där intressenterna får möjlighet att dela sina perspektiv, mål, och utmaningar. Detta kan vara en plattform för

att diskutera tekniska och kommersiella möjligheter och begränsningar för drönantransporter, elfordonsladdning, och förarlösa fordon. Syftet är att få en översikt över de olika aktörernas behov och förväntningar.

Steg 3: Datainsamling och analys: För att fatta välgrundade beslut behöver man data om rådande förutsättningar och efterfrågan på de olika teknologierna. Detta kan innebära att man samlar in data om elfordonsinfrastruktur och efterfrågan i området, tekniska möjligheter och begränsningar för drönantransporter, och förmågan hos förarlösa fordon att navigera i hubben. Genom att analysera dessa data kan man få en klarare bild av vilka lösningar som är möjliga och genomförbara.

- Litteraturstudie om det aktuella kunskapsläget rörande planering och etablering av mobilitetshubbar samt planering för mobilitet i kallt klimat.
- Teknisk rapport om de tekniska kraven för etablering av droneports med drönare och eVTOL-farkoster

Steg 4: Skapa designkoncept: Med insamlad data och input från intressenter kan man börja skapa designkoncept för mobilitetshubben. Detta inkluderar utformningen av infrastrukturen för elfordonsladdning och drönanlandningsplatser, samt hur förarlösa fordon kan integreras i hubben. Konzepten bör vara flexibla för att kunna anpassas efter olika framtidsscenarioer och teknologiska framsteg.

- Powerpoint om Droneport Hammarängen ritad av White Arkitekter
- Flexibelt modulkoncept av RISE och Arup

Steg 5: Utvärdera och välj lämpliga lösningar: Genom att utvärdera designkoncepten mot de tekniska och kommersiella förutsättningarna kan man identifiera de mest lämpliga lösningarna för mobilitetshubben. Detta kan involvera kostnadsbedömningar, genomförbarhetsstudier och riskanalyser för att säkerställa att de valda lösningarna är realistiska och hållbara.

- Under en förstudiefas har man valt att titta på olika teknikleverantörer av droneports innan man kom fram till slutsatsen att ta fram en egen lösning tillsammans med White Arkitekter av främst ekonomiska skäl.

Steg 6: Implementera och övervaka: Efter att lämpliga lösningar har valts kan man gå vidare till implementeringsfasen. Detta kan innebära att samarbeta med privata partners för att etablera drönan- och elfordonssystem, samt att testa och införa förarlösa fordon i hubben. Det är viktigt att ha en kontinuerlig övervakning och utvärdering av teknologiernas prestanda och responstider för att säkerställa att de uppfyller förväntningarna.

- En färdig Droneport planeras att vara klar under hösten 2023 och nyttas för testverksamhet och på sikt även tillgänglig för kommersiell verksamhet.

Lärdomar som byggts upp i samband med det här projektet, och från andra satsningar runt mobilitet i Skellefteå, pekar på att rådighet och handlingskraft är två framgångsfaktorer. Komplexiteten runt mobilitetshubbar handlar i stort om de många aktörer som behöver samspela, osäkerheter inom teknikutvecklingen och användarnas beteenden.

För att hantera de osäkerheter runt samordning av flera aktörer som finns behövs djupare insikter i de olika aktörernas motiv, förståelse för det övergripande målet samt motsättningar de kan möta för att agera. För att hantera osäkerheterna runt teknikutveckling och användarbeteenden är det ett förnuftigt förhållandesätt att "misslyckas snabbt". Principen kommer från teorier om agila arbetsätt och syftar till att göra små snabba avanceringar snarare än att satsa stort från början. Två projekt i Skellefteå som stärker den ståndpunkten är arbetet med Droneporten på Hammarängen samt elinstallationen av en 1 MW på Skellefteå Airport. Detta är investeringar som gjorts trots ovetskap om användandet och mottagandet av infrastrukturen bland intressenter.

En del av syftet med det här arbetet var att öka kunskapen för att undvika investeringar i infrastruktur som inte kommer att användas och en önskan om att infrastrukturen blir hållbar både rent byggnadstekniskt och över tid. Risken med att vänta för länge i oron om att det inte blir bra från början kan innebära att när satsningen väl tar fart blir det fel ändå på grund av att den informationen som samlats under de förutsättningar och behov som finns idag inte längre är sanna.

Ett bättre alternativt arbetsätt är att börja litet och utveckla allteftersom och på så vis ta lärdom av användare samt teknikutvecklingen stegvis. En utmaning i detta är såklart möjligheten att anpassa och använda befintlig infrastruktur och system. Som nämnt ovan är ett tvärfunktionellt team, likt det för arbetet med droneporten för Hammarängen, ett sätt att hantera den utmaningen. Viktigt är att teamet ges rådighet och har möjlighet att praktiskt implementera lösningar istället för att enbart teorisera. På så vis kan olika element börjar komma på plats utan att nödvändigtvis vara hållbara över tid, men hållbara i den aspekten att de är flexibla nog att möta de osäkerheter som finns både runt beteenden för mobilitet samt för de tekniska förutsättningarna som är svåra att förutse. På så sätt blir lösningarna även hållbara över tid.

6. SLUTSATSER OCH NÄSTA STEG

I Skellefteå pågår en samhällsomvandling driven av den gröna omställningen och de industriinvesteringar som görs i Skellefteå samt stora delar av norra Sverige. Skellefteå är och kommer att vara starkt beroende av luftburna transporter. Detta gäller både persontransporter, varutransporter samt samhällskritiska tjänster kopplat till bland annat övervakning, underhåll, vård och blåljusverksamhet. I en kommun med stor landsbygd, utspridd befolkning, långa avstånd och periodvis tuffa väderförhållanden ställs extra stora krav på robust transportinfrastruktur. Med den tillväxt som sker i Skellefteå med omnejd

krävs dessutom nya och hållbara transportlösningar. Här kommer transporter med batteri- och vätgasdrivna flygplan, eVTOL och drönare att spela en viktig roll. Genom att tidigt adressera de utmaningar och möjligheter som finns kring detta ämnar Skellefteå vara en av de regioner som är först ut i Sverige och Europa när det gäller att implementera eldriven luftfart som en naturlig del i transportsystemet inom samt till och från Skellefteå.

Projektet visar att det idag finns brister rörande en helhetssyn och en samsyn på transportlösningar bland aktörerna. Mobilitetshubbar kommer att spela en allt viktigare roll när det gäller att effektivisera och förbättra transportinfrastrukturen i städer och samhällen. Trots deras fördelar och potential står de inför olika utmaningar. Dessa utmaningar utgörs av:

- Planering och koordinering: En utmaning är att skapa en välfungerande hubb som integrerar olika transportsätt effektivt. Det kräver samarbete och koordinering mellan olika transportoperatörer, stadsplanerare och myndigheter för att skapa ett enhetligt system.
- Finansiering: Att bygga och underhålla en mobilitetshubb kan vara kostsamt. Det kan vara svårt att få tillräckligt med finansiering för att utveckla och uppgradera befintliga hubbar eller bygga nya.
- Tillgänglighet: Mobilitetshubbar måste vara lättillgängliga för alla, inklusive personer med funktionsnedsättningar. Detta innebär att tänka på universell utformning och tillgänglighet för alla medborgare.
- Samhällsacceptans: Ibland möter mobilitetshubbar motstånd från de boende och näringsidkare i närheten av planerade hubbar. Oro för ökad trafik och buller kan vara hinder för att få samhällsstöd för dessa projekt.
- Tekniska utmaningar: Införandet av nya teknologier för att förbättra hubbarnas funktioner, som realtidsinformation och smarta betalningssystem, kan vara tekniskt krävande och komplicerat att implementera.
- Kapacitet och efterfrågan: En framgångsrik mobilitetshubb måste kunna hantera den ökande efterfrågan på transporttjänster och samtidigt erbjuda tillräcklig kapacitet för att möta behoven hos alla resenärer.
- Integrering med omkringliggande områden: Hubben bör inte bara fungera som en avskild enhet utan också integreras smidigt med de omgivande områdena. Detta inkluderar anslutning till kollektivtrafiknätverket och gång- och cykeltrafik.
- Miljömässiga aspekter: Mobilitetshubbar bör främja hållbara transportsätt och minska beroendet av fossila bränslen för att minska miljöpåverkan och utsläpp.
- Säkerhet: Att hantera säkerhetsfrågor och minska risken för olyckor och brott är viktiga utmaningar för att skapa en trygg och säker miljö för resenärerna.
- Kallt klimat: Att bygga robusta mobilitetshubbar som klarar ett kallt och tufft klimat blir en nyckelfaktor för att erbjuda attraktiva lösningar året runt. Anpassningar för kallt klimat är viktigt för att säkerställa tillgänglighet, den ekonomiska kalkylen och samhällets acceptans.

Projektet har identifierat följande ytterligare utmaningar kopplade till eVTOL och drönare vid integrering i mobilitetshubbar:

- Regelverk för autonom drift under utveckling.
- Drönare är närmare ett kommersiellt genombrott medan vi är i ett tidigt stadie inom utveckling för eVTOL (flygtaxis).
- Behov av verktyg för att integrera med konventionellt luftrum.
- Behov av verktyg för att integrera med leverans och distributionskedjor.
- Resurser och teknik för att spåra drönare och paket.
- Behov av en tillförlitlig effektiv nätverksteknik i hela landet.

Sammanfattningsvis är ett strukturerat arbetssätt för planering av mobilitetshubbar som inkluderar relevanta intressenter och beaktar tekniska och kommersiella förutsättningar avgörande för att skapa en framtidssäkrad och hållbar hubb. Genom att involvera alla berörda parter från tidigt stadie kan man skapa en integrerad och innovativ lösning som möter framtidens behov och utmaningar inom drönartransporter, elfordonsladdning, och förarlösa fordon. Att avsätta yta för kommande koncept och tjänster säkerställer att det finns flexibilitet att anpassa utbudet efter vad som efterfrågas.

För att möta utmaningarna med integrering av eVTOL och drönare i mobilitetshubbar har följande utvecklingsområden identifieras:

- Infrastruktur och hantering av drönarverksamhet på marken och i luften.
- Utveckling och certifiering av klimatsäkrade produkter.
- Transportuppdrag med drönare.
- Kunskapsbyggande för stadsplanerare gällande planeringen av det undre luftrummet.

Utvecklingen av drönare går snabbt och kommer att påverka kommuner och regioners verksamheter på olika sätt. Drönare används redan idag för datainsamling i kommuner och regioner, och eVTOL som en ny typ av transportmedel kommer också påverka den fysiska planeringen och kräva inkludering av luftrumsplanering. Detta kommer också att påverka medborgarna, och det blir viktigt att skapa acceptans för den ökande användningen av drönare och UAM.

Kommuner och regioner spelar en avgörande roll i att säkerställa att luftfartstjänster anpassas efter medborgarnas behov och önskemål. Det innebär att man måste skapa förutsättningar i den fysiska planeringen för att möjliggöra integrationen av UAM och drönare i det existerande transportsystemet. Det krävs också förberedelse för införandet av U-space (Unmanned Traffic Management) och planering av markbaserad infrastruktur i samband med luftrummet.

För att integrera drönare i transportsystemet och fysisk planering krävs kunskapsutveckling hos berörda myndigheter och skapa acceptans i samhället. Detta inkluderar etablering av vertiports både i stadsmiljöer och på landsbygden, transportnoder, distributions- och omlastningspunkter, laddstationer och telekommunikation samt användning av planeringsverktyg för både mark- och luftrumspanering. Samtidigt är det viktigt att utveckla relevant lagstiftning för att reglera dröñarverksamhet och UAM.

För att möjliggöra en smidig integration av markbunden infrastruktur och luftrummet infrastruktur krävs ökad samverkan mellan ansvariga myndigheter, både på nationell, regional och lokal nivå. Det krävs samordning och samverkan mellan kommuner, regioner och nationella instanser för att skapa en effektiv och säker användning av drönare och UAM.

Sveriges Kommuner och Regioner (SKR) är redan aktivt involverade i ämnet genom att ha bildat ett medlemsnätverk för drönare som inkluderar 100 kommuner och 10 regioner. Inom detta nätverk har arbetsgrupper bildats för fysisk planering och regelverk kring dröñarverksamhet i kommunal verksamhet. SKR genomför även seminarier och kunskapshöjande aktiviteter och samverkar med Transportstyrelsen (TS), Luftfartsverket (LFV) och Trafikverket (TrV) för att hantera frågor kring drönare och UAM, även om samarbetet fortfarande är i ett tidigt skede.

Flera internationella konsultföretag som McKinsey & Company, PwC, Boston Consulting Group (BCG), Booz Allen Hamilton, Capigami etc. har också visat intresse för dröñarleveransbranschen. Detta anses kunna ge betydande fördelar, inklusive accelererad tillväxt, marknadsvalidering, stöd för reglering, affärsutveckling, teknikintegration och standardisering. Det signalerar den ökade acceptansen och erkännandet av dröñar som en livskraftig och effektiv lösning för sista-milen leveranser.

Sammanfattningsvis erbjuder integreringen av dröñartransporter i mobilitetshubbar spännande möjligheter att förbättra transporteffektiviteten och tillgängligheten samtidigt som man minskar miljöpåverkan. Men för att lyckas måste utmaningar som luftfartssäkerhet, batteritid, luftrumshantering och samordning med marktransport hanteras noggrant. Genom att samarbeta och använda innovativa tekniska lösningar kan dessa utmaningar övervinnas, vilket leder till en mer hållbar och effektiv transportinfrastruktur.

6.1 NÄSTA STEG

Ett fortsatt lärande om mobilitetshubbar pågår i systerprojektet *Klimatneutrala och inkluderande kommuner* som finansieras av Formas. Projektet pågår 2022-12-01 till 2024-05-31 och syftar att stärka Skellefteå kommuns kapacitet att utveckla, pilotera och skala upp mobilitetshubbar som en systeminnovation för ett klimatneutralt och inkluderande mobilitetssystem i staden. Specifika mål för projektet är att:

- Förstå den nuvarande situationen i staden i termer av ett ekosystem av aktörer, deras nuvarande och framtida roller och förmågor att tillsammans implementera mobilitetshubbar som en systeminnovation för ett klimatneutralt och inkluderande mobilitetssystem i Skellefteå
- Stärka den kollektiva förmågan att hantera en transformativ portfölj av insatser och initiativ för mobilitetshubbar
- Sammanfatta och kommunicera lärdomar och slutsatser för relevanta aktörer lokalt, nationellt och internationellt

Fortsatt kompetensutveckling sker även vid byggandet av en enkel droneport vid Hammarängen som planeras att nyttjas som testarena för drönartransporter i kallt klimat. Detta möjliggör ett fortsatt lärande av drönartransporter både vad gäller planeringsprocesser och kommersiell verksamhet i Skellefteå kommun. Ett flertal olika projekt planeras inom området, till exempel att skapa ett Living Lab inom AAM.

Ett Living Lab är en kollektiv insats med flera parter för att tillsammans ta sig an regulatoriska frågeställningar. Droneporten vid Hammarängen byggs för att skapa en fysisk plats som möjliggör test, utveckling och forskning inom AAM. Baserat på den fysiska plats som skapas, samt den strategi som finns i Skellefteå att snabbt få in luftburen mobilitet i samhället, finns förutsättningar både för tidiga tester, uppskalning och tidig kommersiell implementering - om än i liten skala. Möjligheten att testa i tuffa väderförhållanden är en viktig faktor för att skapa ett redundant system. Genom att samla utveckling av olika lösningar i ekosystemet på samma plats skapas förutsättningar för samverkan, kunskapsutbyte samt de tester kring integration av olika lösningar som kommer att vara nödvändiga för en slutlig lösning. Förhoppningen är att ett flertal aktörer i ekosystemet på olika sätt vill vara med i utvecklingen av ett Living Lab.

Andra pågående initiativ och projekt bidrar till att minska de identifierade bristerna som finns rörande etablering och nyttjandet av drönartransporter och eVTOL idag och utgör en viktig väg framåt. Vad gäller mobilitetshubbar med koppling till eVTOL så har man etablerat en teststräcka mellan Skellefteå Airport och Northvolt som planeras att nyttjas för testning av eVTOL innan teknikutvecklingen är i kommersialiseringsfas. Ett flertal tillverkare har visat intresse för testning och detta arbete tas vidare inom ELIS-programmet.

ELIS utvecklingsprogram har vidare blivit uppvaktade av trafikverket till att söka två FOI projekt.

Ett inom ramen för målområdet strategiska initiativ: framtida teknik och systemlösningar i ett hållbart samhälle. Projektets fokus är "Undre luftrumets integrering i komplexa trafikplaneringsprocesser med utgångspunkt i Skellefteå"

Det andra projektet är inom ramen FOI Luftfart: tillgängliga och effektiva flygplatser i ett hållbart samhälle. Projektet har titeln ” IAM Non Cooperative Surveillance” där IAM står för Innovative Air Mobility och handlar om acceptansen för IAM från användare, myndigheter och samhället i stort.

Skellefteå kommer att anordna Expo 2026 där ett av tre fokusområden är framtidens mobilitet och där ELIS och luftburen mobilitet kommer att vara ett av områdena där Sverige kan visa upp verkliga lösningar för en världspublik. Målåret 2026 är ett bra målår för att hålla tempo och implementera så mycket som möjligt så fort som möjligt. En av drivkrafterna i Skellefteå (och med Advanced Air Mobility i stort) är att på riktigt implementera lösningar som förbättrar för invånare, företag och samhället i stort.

REFERENSER

- Arbetsgruppen för vinterdesign I Edmonton. 2016. *Winter Design Guidelines – Transforming Edmonton into a Great Winter City*.
- ARUP, RISE. 2020. Mobility hubs of the future – towards a new mobility behaviour.
- Boverket, Sveriges Kommuner och Regioner och Trafikverket. 2022. Handbok för trafikstrategiskt arbete – tillgänglighet i ett hållbart samhälle.
- Brunelli, M.; Ditta, C.C.; Postorino, M.N. 2022. A Framework to Develop Urban Aerial Networks by Using a Digital Twin Approach. *Drones* 6, 387.
<https://doi.org/10.3390/drones6120387>
- Chapman, D & Larsson, A. 2021. Practical urban planning for winter cycling; lessons from a Swedish pilot study. *Journal of Transportation & Health* 21.
- Chapman, D; Nilsson, K.L; Rizzo, A. & Larsson, A. 2017. Climatic barriers to soft-mobility in winter: Luleå, Sweden as case study. *Sustainable Cities and Society* 35: 574–580
- Chapman, D; Nilsson, K.L; Rizzo, A. & Larsson, A. 2019. Winter City Urbanism: Enabling All Year Connectivity for Soft Mobility. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16: 1820. doi:10.3390/ijerph16101820
- Chapman, D. 2018. Urban design of winter cities: Winter season connectivity for soft mobility. Doctoral thesis for Luleå University of Technology.
- Chapman, D. 2021. Is climate a modifier and shape-giver in urban morphology?
- Dagens Logistik. 2023. Aerit lanserar Drönarleveranser i Värmdö.
<https://dagenslogistik.se/aerit-lanserar-dronarleveranser-i-varmdo/> (Hämtad 2023-07-18).
- Elisprogram. U.å. Projects: Developing the future of electric aviation.
<https://elisprogram.com/projects/> (Hämtad 2023-07-19).
- Energimyndigheten. 2023. Teststräcka för eVTOL.
- Fort st John. The Energetic City. 2000. Winter city design guidelines.

- Goyal, R.; Reiche, C.; Fernando, C.; Cohen, A. 2021. Advanced Air Mobility: Demand Analysis and Market Potential of the Airport Shuttle and Air Taxi Markets. *Sustainability*, 13, 7421. <https://doi.org/10.3390/su13137421>
- Interreg Baltic Sea Region. 2021. CITYAM - preparing cities for sustainable urban air mobility. <https://interreg-baltic.eu/project/cityam-interreg-baltic-sea-region-green-mobility/> (Hämtad 2023-07-19).
- KATLA aero. 2020. Test av drönarleveranser för hemtjänst och räddningstjänst mellan Åsele-Fredrika. <https://www.katla.aero/snart-testas-dronarleveranser-for-hemtjanst-och-raddningstjanst-mellan-asele-fredrika/> (Hämtad 2023-07-18).
- Koumoutsidi, A., Pagoni, I., and Polydoropoulou, A. 2022. A New Mobility Era: Stakeholders' Insights regarding Urban Air Mobility. *Sustainability*, 14 (5), 3128.
- Kookiejar. 2023. Infrastructure design requirements for Drone platforms at Mobility hubs.
- Regeringskansliet. 2017. Det klimatpolitiska ramverket. <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket/> (Hämtad 2023-07-10).
- Regeringskansliet. 2020. Mål för näringspolitik. <https://www.regeringen.se/regeringspolitik/naringspolitik/mal-for-naringspolitik/> (Hämtad 2023-07-10).
- Regeringskansliet. U.å. Mål för transportpolitiken. <https://www.regeringen.se/regeringspolitik/transporter-och-infrastruktur/mal-for-transporter-och-infrastruktur/> (Hämtad 2023-07-10).
- Region Västerbotten. 2018. Länstransportplan 2018-2029 Västerbottens län.
- Region Västerbotten. 2020. Regionalt trafikförsörjningsprogram för Västerbottens län 2020-2025.
- Region Västerbotten. 2020. Västerbotten – en attraktiv region där olikheter skapar utvecklingskraft: Regional utvecklingsstrategi 2020–2030.
- Rimjha, D & Trani, A. 2021. Urban Air Mobility: Factors affecting vertiport capacity. *Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference (ICNS)*. DOI: [10.1109/ICNS52807.2021.9441631](https://doi.org/10.1109/ICNS52807.2021.9441631)
- RISE i samarbete med Luleå, Skellefteå, Umeå, Örnsköldsvik, Sundsvalls, och Östersunds kommun. 2023. Thriving Northern Cities - En territoriell strategi för hållbar urban utveckling i norra Sverige.
- RISE tillsammans med Aerit, Norrtälje kommun och ICA Gruppen AB. 2021. Drönarleverans i Glesbygd. <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/dronarleverans-i-glesbygd> (Hämtad 2023-07-18).
- RISE tillsammans med Skara Kommun, Högskolan i Skövde och Jönköping Universitet. 2023. Infrastrukturtjänster on-demand för aktivt resande – Skara skyddsängel. <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/infrastrukturtjanster-on-demand-for-aktivt-resande> (Hämtad 2023-07-18).
- RISE. 2017. Testbädd UAV Västervik. <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/test-demo/tuva-dcs> (Hämtad 2023-07-19).

- Rosenberg, L. 2021. Låt staden utvecklas med mobilitetshubbar – ett masterarbete om hur mobilitetshubbar kan lokaliseras och designas inom stadsplaneringen.
- Rådslaget. 2022. Framtidens kollektiva mobilitet – nästa steg för hållbart resande. Den här rapporten har tagits fram inom ramen för *Rådslaget - hållbar omstart* som är ett initiativ av K2 med finansiering av Vinnova, Trafikverket och K2.
- Skellefteå kommun. 2018. Parkering i Skellefteå kommun – Riktlinjer för parkering-cykel och bil.
- Skellefteå kommun. 2020. Skellefteå 2030: Strategi för hållbar samhällsomvandling.
- Skellefteå kommun. 2020. Trafikprogram: Inriktningsplanering.
- Skellefteå kommun. 2023. Skellefteå kommuns riktlinjer för mobilitetshubbar och noder. Arbetsmaterial.
- Sustania. 2018. Guide till Skellefteå 2030.
- Sveriges Miljömål. 2018. Preciseringar av God bebyggd miljö. (Hämtad 2023-07-11).
<https://www.sverigemiljomal.se/miljomalen/god-bebyggd-miljo/preciseringar-av-god-bebyggd-miljo/>
- Taylor, M., Saldanli, A., and Park, A., 2020. Design of a Vertiport Design Tool. *Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference (ICNS)*. DOI: 10.1109/ICNS50378.2020.9222989.
- Techmarket Sweden AB. 2022. Den autonoma flygplatsen – nod i framtidens drönarleveranser. Referenser på existerande drönarlogistik.
- Techmarket Sweden AB. 2022. Den autonoma flygplatsen – nod i framtidens drönarleveranser. Youtubevideo.
<https://www.youtube.com/watch?v= ceWiwa7XDA> (Hämtad 2023-07-25).
- Telia. 2023. Digitalization of Airspace for Advanced Air Mobility – The future is closer than you think.
- Trafikanalys. 2020. Elflyg – början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 2020:12.
- Trafikverket. 2023. Nationell godstransportstrategin. <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/planera-person--och-godstransporter/Planera-godstransporter/nationella-godstransportradets-kansli/> (Hämtad 2023-07-11).
- Trafikverket. 2023. Nationell plan (för transportsystemet) 2022-2023.
<https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/langsiktig-planering-av-infrastruktur/nationell-plan/nationell-plan-20222033/> (Hämtad 2023-07-11).
- Transportforum, VTI. 2022. Sammanställning av referat från Transportforum 2022.
- Transportstyrelsen. 2023. Drönare. <https://www.transportstyrelsen.se/dronare> (Hämtad 2023-07-20).
- Transportstyrelsen. 2023. Tillstånd för drönare – kategori specifik.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/luftfartyg-och->

[luftvardighet/dronare/tillstand-for-dronare/kategori-specifik/](#) (Hämtad 2023-07-20).

- Trivector. 2021. En ny standard för mobilitet – fallstudie Skellefteå, förkommersiell upphandling inom aktivt resande, Trafikverket.
- Trivector. 2021. Mobilitetshubbar – en internationell kunskapssammanställning – koncept och lärdomar från fem städer.
- World Winter Cities Association for Mayors. Introduction.
<https://wwcam.org/en/introduction> (Hämtad 2023-07-19).
- Wu, Z.& Zhang, Z. 2021. Integrated Network Design and Demand Forecast for On-Demand Urban Air Mobility. *Engineering* 7: 473-487.
<https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.11.007>
- Zelinski, S. 2020. Operational Analysis of Vertiport Surface Topology. *AIAA/IEEE 39th Digital Avionics Systems Conference (DASC)*. DOI: 10.1109/DASC50938.2020.9256794.
- Zeng, Y., Low, K. H., Schultz, M. & Duong, V. N. 2020. Future demand and optimum distribution of droneports. *IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. <https://dx.doi.org/10.1109/ITSC45102.2020.9294283>

BILAGOR

Bilaga 1. Infrastructure design requirements for Drone platforms at Mobility hubs av Kookijar

