Masterplan

Förberedelser för elflyg på Sveriges regionala flygplatser

2026-09-15

grönflygplats

UPPRÄTTAD AV
M Åberg

VERSIONSNUMMER
1.1

REVIDERINGSDATUM

DOKUMENTSTYP
Rapport

GRANSKAD AV
N Lindahl, A Abbas

Pontarius AB
Box 1023
101 38 Stockholm
Växel: 08 – 410 290 10
E-post: info@pontarius.com

Sammanfattning

Denna rapport utgör en masterplan för hur Sveriges regionala flygplatser kan förbereda sig för introduktion och successiv uppskalning av elektrifierad luftfart. Bakgrunden är flygbranschens omställning mot mer hållbara transporter, där elflyg – både helelektriska och hybridelektriska flygplan samt eVTOL – bedöms få en successivt ökad betydelse under de kommande decennierna. Rapporten har tagits fram inom projektet Grön Flygplats 2.0 och syftar till att fungera som ett praktiskt och strategiskt planeringsstöd för flygplatsernas långsiktiga infrastrukturutveckling.

Utvecklingen av elflyg präglas av stor osäkerhet i fråga om teknikmognad, certifieringstider, affärsmodeller och marknadsgenombrott. Därför föreslås att planeringen inte knyts till specifika årtal utan istället baseras på tre utvecklingsfaser kopplade till trafikvolymer och effektbehov. I fas ett (1) ligger fokus på mindre allmänflyg och enstaka kommersiella elflygplan, med effektbehov upp till cirka 0,5 MW. Fas två (2) omfattar introduktion av regional hybridelektrisk linjetrafik, där peakeffekten bedöms uppgå till cirka 1,5 MW. I fas tre (3) förutsätts en mer etablerad elflygmarknad med flera samtidiga avgångar med högeffektsladdning, vilket kan innebära effektbehov över 3 MW.

En strukturerad planeringsprocess i flera steg förordas. Arbetet bör inledas med en kartläggning av flygplatsens nuvarande elförsörjning, inklusive nätanslutning, abonnerad effekt, redundans och kapacitet i den interna elanläggningen samt möjligheten att bygga ut befintlig elanläggning. En tidig dialog med de lokala nätägarna är avgörande för att förstå möjligheter, ledtider och kostnader för framtida effekthöjningar, samt för att säkerställa att verksamheten har tillräcklig effektkapacitet i takt med att behoven växer. Därefter följer en omvärldsanalys som omfattar analyser av flygplanstyper under utveckling, ladd-standarder, aktörer, regelverk och forskningsresultat.

En central del är analysen av framtida effekt- och energibehov. Till skillnad från traditionell bränsleförsörjning medför elflyg höga och kortvariga effekttoppar i samband med laddning, särskilt vid korta turnaround-tider i kommersiell trafik. Dimensionerande faktorer är flygplanens batterikapacitet, önskad laddtid och antal samtidiga laddningar. Rapporten presenterar exempelberäkningar för olika utvecklingsfaser samt schablonvärden som kan användas som underlag i tidiga planeringsskeden.

När det gäller tekniska lösningar för laddinfrastruktur redovisas både stationära och mobila koncept, med och utan energilager. Stationära lösningar ger hög energieffektivitet men begränsad flexibilitet, medan mobila lösningar erbjuder större operativ frihet men ofta till högre kostnad och med större förluster. Rapportens slutsats är att modulära och skalbara lösningar är att föredra i ett tidigt skede. Energilager (BESS) är ett viktigt verktyg för effektbalansering, reservkraft och integration av lokal elproduktion.

Flygplatsernas potential att utvecklas till lokala energihubbar är en strategisk möjlighet. Genom kombinationen av laddinfrastruktur, energilager och solcellsanläggningar kan flygplatser minska sitt beroende av det externa elnätet, sänka driftkostnader och i vissa fall även skapa nya intäktsströmmar. Masterplanen behandlar även möjligheten att etablera lokala mikronät och dela energi med närliggande fastigheter inom ramen för gällande regelverk.

Slutligen behandlas flygsäkerhet, regelverk och myndighetskrav. Alla förändringar som påverkar flygplatsens infrastruktur måste hanteras inom ramen för gällande certifieringsregler och föregås av riskanalyser. Särskild uppmärksamhet krävs för frågor som EMC-störningar, brand- och räddning, höga spänningar samt placering av laddutrustning i relation till flygoperativa ytor. En checklista som stöd för flygplatsernas fortsatta arbete med att planera och genomföra övergången till elektrifierad luftfart bifogas i slutet av rapporten.

Innehållsförteckning

1 Inledning 5
1.1 Bakgrund 5
1.2 Avgränsningar 5
1.3 Förkortningar 6
2 Planeringsprocess 7
2.1 Utvecklingsfaser 8
2.1.1 Fas 1 – de första elektriska elflygen 8
2.1.2 Fas 2 – regional linjetrafik med hel- eller hybridelektriska flyg 9
2.1.3 Fas 3 – utökad regional linjetrafik och taxiflyg 9
3 Kartläggning nuläge 10
3.1 Nätanslutning 10
3.2 Flygplatsens elanläggning 11
4 Omvärldsanalys 12
4.1 Flygplanstyper 13
4.1.1 Diamond eDA40 14
4.1.2 Beta Alia CTOL 14
4.1.3 Vaeridion 15
4.1.4 MDA1 eViator 16
4.1.5 Heart Aerospace ES-30 17
4.1.6 Noemi 17
4.1.7 Aura Aero ERA 18
4.1.8 ATR EVO 19
4.1.9 eVTOL 19
4.2 Batteriteknik 20
4.3 Laddare och standarder 20
4.4 Megawattladdning 22
4.5 Energilager 25
4.6 Lokal solenergiproduktion 26
4.7 EMC-aspekter 27
5 Beräkning av effektbehov 27

5.1 Effektbehov och energiprognos ... 28
5.2 Exempel regional flygplats, fas 1 ... 30
5.3 Exempel regional flygplats, fas 2 ... 31
5.4 Exempel regional flygplats, fas 3 ... 32
5.5 Osäkerheter ... 33
5.6 Övrigt laddbehov ... 33
5.7 V2G-lösningar ... 33
6 Utveckling airside ... 35
6.1 Laddinfrastruktur ... 35
6.2 Elflygterminal och uppställningsplatser ... 36
6.3 Solcellsanläggning, ytbehov ... 38
6.4 Energilager ... 39
6.5 Lokalt DC-nät ... 40
6.6 Sammanfattning elinfrastruktur ... 42
7. Utveckling Landside ... 43
7.1 Lokalt IKN-nät ... 43
7.2 Vertiport ... 44
8 Regelverk och flygsäkerhetsrisker ... 46
9. Slutsatser och rekommendationer ... 48
Bilaga – Checklista förberedelser ... 50

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Flygbranschen är på väg att genomgå en omvandling driven av teknisk utveckling, miljökrav och marknadens behov av hållbara transporter. Eldrivna luftfartyg har börjat komma ut på marknaden. Det finns redan idag lätta allmänflyg med ren batteridrift och flera olika kommersiella luftfartyg från 5–30 passagerare är under utveckling. Elektriska vertikalt startande och landande farkoster är en ny typ av luftfartyg som också väntas introduceras de kommande åren och ge möjlighet för en ny typ av resande korta sträckor. Elektriska luftfartyg kommer därmed sannolikt vara en del av lösningen för att reducera flygbranschens koldioxidavtryck och introduktionen av dessa kommer få stor påverkan på befintliga flygplatser – alltifrån nya passagerarflöden till utformning, placering och drift av laddinfrastruktur. Övergången kräver noggrann planering och kommer vara viktig för flygplatsens förmåga att tillmötesgå behoven för den elektrifierade luftfarten.

Flygplatser har vidare stora möjligheter att förvandlas till energihubbar genom att investera i grön laddinfrastruktur så som solcellsanläggningar och batterilagring. Egen grön energiproduktion innebär att flygplatsen delvis kan bli oberoende av extern nätanslutning, bidra till lägre driftkostnader samtidigt som man stödjer elflyg.

Denna utvecklingsplan är framtagen inom Sveriges Regional Flygplatsers (SRF) projekt Grön Flygplats 2.0 och är tänkt som ett stöd för regionala flygplatser i arbetet med att börja anpassa flygplatsens infrastruktur och utrustning för elektrisk luftfart. Mycket av både flygplatsers och omvärldens fokus har hittills legat på elektrifiering av markfordon och utrustning men med elektriska luftfartyg kommer nya utmaningar. Flygplatser måste förbereda sig för olika typer av luftfartyg med olika effektbehov, turnaround-tider och utrymmesbehov. Utvecklingsplanen är tänkt att kunna användas för kartläggning av flygplatsens nuvarande beredskap för elektrifierad luftfart, analysera behov och bedöma investeringsbehov. För att kunna göra det krävs en prognos eller åtminstone ansats om framtida volym av elektrifierat flyg. Då det i dagsläget är svårt att avgöra hur snabbt den utvecklingen kommer gå – det finns anledning att tro att tidiga antaganden om elflygets framväxt varit för optimistiska, föreslås att utvecklingsplanen baseras på behov vid en given trafikvolym snarare än faktiska årtal. Det lämpar sig också bättre då detta planeringsunderlag inte är knuten till en specifik flygplats utan ska ses som ett mer generiskt underlag som kommer kräva lokala anpassningar.

1.2 Avgränsningar

Masterplanen avgränsas till helelektriska och hybridelektriska luftfartyg, framför allt flygplan (fixed wing). Andra typer av energikällor, t.ex. baserat på vätgas och anläggningar för produktion av vätgas, omfattas inte.

1.3 Förkortningar

I rapporten används följande förkortningar och begrepp.

Förkortning	Betydelse
CNS	System för luftfartens kommunikation, navigation och övervakning
EASA	European Aviation Safety Agency
EMC	Electromagnetisk kompabilitet
eVTOL	Elektriska vertikalstartande och landande luftfartyg
FAA	Federal Aviation Administration
FOD	Foreign Object Damage
IFR	Instrumentflygregler
MET	Meteorologisk utrustning på flygplatsen
RESA	Runway End Safety Area
VFR	Visuella flygregler
MW	Megawatt
kW	Kilowatt

2 Planeringsprocess

Investeringar för att möta behoven för elflyg måste gå hand i hand med verklig utveckling. Innan en flygplats satsar på omfattande investeringar i laddinfrastruktur måste en grundlig analys av förutsättningar och behov genomföras. Detta handlar inte enbart om att jämföra olika laddtekniker och utrustning, utan kräver en helhetsbedömning av verksamheten på airside, energisystemet, gällande regelverk och myndighetskrav, nuvarande trafikmönster samt prognoser för framtida utveckling. En sådan analys säkerställer att investeringarna blir ändamålsenliga, kostnadseffektiva och skalbara för kommande tillväxt.

Varje flygplats har sina egna förutsättningar när det gäller trafikmix, hyresgäster, anläggningar och energiinfrastruktur. Oavsett storlek bör behovsanalysen börja med frågan:

-vilken roll kommer elektrifierad luftfart att spela på flygplatsen under de närmaste åren?

För att besvara detta krävs insikt i både dagens situation och framväxande trender. Kan det vara så att den lokala flygskolan eller flygklubben planerar att införskaffa batteridrivna flygplan? Finns det någon utvecklare av elektriska flygplan som vill använda flygplatsen som bas för sin testverksamhet? Anpassningen av laddinfrastruktur måste gå hand i hand med verklig utveckling – flygplatsen vill inte riskera bli stående med en relativt dyr investeringen i en laddare som inte används. Samverkan med de lokala aktörerna på flygplatsen är därför viktig för att förstå hur pass snart behovet av att ladda elflygplan uppstår. Samtidigt infinner sig i någon mån ett mått av moment 22. För att flygklubbar och flygskolor runt om i landet ska tycka det vara värt investeringen i elflygplan måste det finnas någon annanstans att flyga än den lokala ”stjärtsvängen” runt hemmaflygplatsen. Om merparten av trafikflygplatserna i Sverige hade möjlighet för laddning av åtminstone de minsta elflygplanen så skulle förutsättningarna vara mer gynnsamma eftersom det då skulle gå att flyga från A till B och vidare till C på ren eldrift.

De flesta regionala flygplatser skulle troligen redan idag kunna ta emot enstaka lätta elflyg utan andra investeringar än en mobil laddare. Men när de lite större elflygplanen för ca 5–9 passagerare i affärs-frakt- eller taxiflyg kommer, ökar behovet att se över flygplatsens anläggningar och kapacitet. Inför att de flygplanen introduceras bör flygplatser ha gått igenom befintliga anläggningar och identifierat flaskhalsar samt tagit fram en plan för var dessa flygplan ska parkeras och hur passagerarflödena ska se ut till/från flygplanen.

Det kommer även bli nödvändigt att kartlägga effektkapacitet och belastningsmönster över dygnet. Effektbehovet för elflyg varierar kraftigt och når toppar vid korta turnaround-tider. Inledningsvis kommer enbart allmänflyg vara elektrifierade, vilket gör topparna svåra att förutse men inte heller så stora. På längre sikt, när den regelbundna regionaltrafiken elektrifieras, blir belastningen mer cyklisk och följer flygbolagens tidtabeller. Flygplatsen måste analysera nuvarande elförbrukning och hur ny laddinfrastruktur påverkar den.

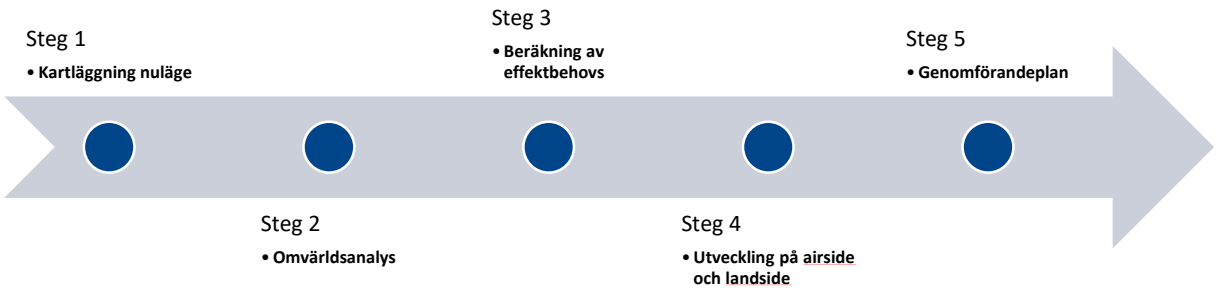
För att ha beredskap för framtida kraftigt ökat effektbehov är tidig samordning med den lokala nätägaren är avgörande. Nätägaren kan kartlägga anslutningspunkter, tillgänglig kapacitet och bedöma behovet av nätförstärkningar. I vissa fall räcker mindre åtgärder som att öka transformatorstorlek eller dra nya kablar, medan andra situationer kräver större investeringar för att möta effektbehovet. Kostnaden för större investeringar i omgivande elnät kommer många gånger vara svår för flygplatsen att ta så här kommer en samverkan med kommuner, region, nätägare och andra intressenter bli nödvändig för att hitta lösningar och finansieringsmodeller.

Utöver kapacitetsfrågan måste placeringen av laddstationer planeras med hänsyn till drift, logistik och flygsäkerhet. En nyckelfråga är vilken typ av laddlösning som ska väljas – stationär eller mobil eller

någon hybridvariant. Det finns för- och nackdelar med de olika alternativen, initiala behov kan lämpa sig mer för en viss typ av laddare än en mer mogen elflygmarknad med större effektbehov. Oavsett val av laddlösning så får inte laddstationerna placeras så att t.ex. säkerhetsavstånd till luftfartyg eller hinderfrihetsytor påverkas. Miljöaspekter är också viktiga – omfattande markarbeten för att dra fram laddinfrastruktur kan innebära påverkan på vattendrag, natur och djurliv kan kräva myndighetsbeslut som påverkar både budget och tidplan.

Masterplanen ska inte bara beskriva nuläget utan även ta höjd för framtida utveckling. Batteri- och laddteknik förändras snabbt, vilket gör skalbarhet avgörande. Exempelvis kan överdimensionerade kablar ihop med reservkapacitet/utrymme i transformatorstationer samt övriga anläggningsdelar mm. underlätta framtida uppgraderingar, och strategisk placering av laddstationer kan minska störningar när fler enheter installeras i ett senare skede.

Ett förslag till arbetsflöde för att för bedöma flygplatsens nuvarande beredskap att ta emot elflyg och för framtagande av en implementeringsplan ges nedan.



Figur 1. Förslag till arbetsflöde

I steg ett (1) görs arbetet med att kartlägga flygplatsens nuvarande tekniska status och kapacitet på elanläggningen. I steg två (2) görs en bedömning av behoven och hur snabbt de kan uppstå för operatörer, flygklubbar, typ av elflygplan under utveckling, kommande standarder etc. När förutsättningarna är klargjorda kan en beräkning av framtida effektbehov göras i steg tre (3) som sedan omsätts i konkreta utvecklingsbehov både på airside och landside i steg fyra (4) i form av ytor, funktioner, flöden etc. Arbetet sammanfattas sedan i steg fem (5) i en genomförandeplan där så långt möjligt olika aktiviteter identifieras med tider, kostnader, krav på myndighetsbeslut etc.

2.1 Utvecklingsfaser

Då det är okänt hur snabbt utvecklingen kommer gå inom elflyg och det finns många frågetecken kring affärsmodeller, certifieringsprocess, finansiering etc. så föreslås att masterplanen baseras på ett antal utvecklingsfaser som ska svara mot en viss kapacitet utan att fästa sig i när de kan komma att inträffa.

2.1.1 Fas 1 – de första elektriska elflygen

Detta är den första fasen i flygplatsens anpassning och avser att kunna hantera laddning av mindre allmänflygplan, t.ex. Pipistrel och eDA-40, men också enstaka laddning av mer krävande taxi-, privat- och fraktflyg för 5-9 passagerare.

Nödvändig laddinfrastrukturen består i denna fas inledningsvis av mobila kilowattladdare med 20–80 kW-effekt. Mot slutet av fas 1 kommer högre effekter, uppemot 350 kW-laddare, troligen behövas för att kunna ladda taxiflyg- och affärsflyg.

➔ Effektbehov i peak antas vara upp till ca 0,5 MW.

Det finns laddare på marknaden redan idag för dessa effektnivåer, de flesta är baserade på fordonsindustrins CCS-standard men det kommer även laddare som är anpassade för den kommande nya standarden för elflygplan.

2.1.2 Fas 2 – regional linjetrafik med hel- eller hybridelektriska flyg

I denna fas har de första lite större regionala hybridelektriska flygplanen i linjetrafik börjat etablera sig. Dessa flygplan tar 10–30 passagerare och flygplatsens laddinfrastruktur dimensioneras för att kunna ladda ett av dessa flygplan på 30 min samtidigt med två mindre allmänflygplan.

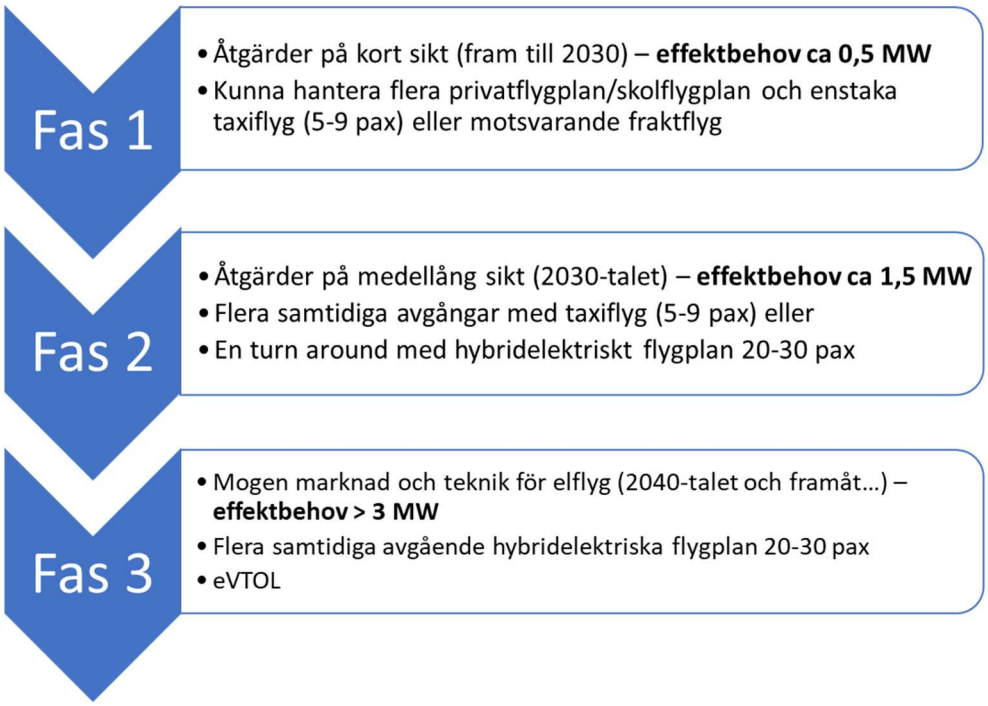
Laddinfrastrukturen anpassas för megawattladdning (MW) av ett flygplan i linjetrafik samt kilowattladdning (kW) för allmänflyg och taxiflyg.

➔ Effektbehov i peak antas vara upp till ca 1,5 MW.

2.1.3 Fas 3 – utökad regional linjetrafik och taxiflyg

I denna fas har tekniken mognat och regional linjetrafik och taxiflyg med helelektriska eller hybridelektriska flygplan blivit en vanlig företeelse på flygplatsen. Laddinfrastrukturen har dimensionerats för samtidig laddning av minst två regionala trafikflygplan samt ett taxiflyg.

➔ Effektbehov i peak antas vara från 3 MW och uppåt.



Figur 2. Exempel på utvecklingsfaser för elflyg på flygplatsen.

3 Kartläggning nuläge

3.1 Nätanslutning

I det inledande skedet kartläggs flygplatsens befintliga nätanslutning, tillgänglig effekt hos nätägaren och kapacitet på flygplatsens elinfrastruktur.

Kartläggningen av befintlig nätanslutning bör ge svar på;

- Anslutningsspänning
- Abonnerad effekt idag
- Tillgänglig marginal i befintligt abonnemang
- Redundans (dubbelmatning, ringmatning)

En dialog med nätägaren inleds för att få svar på;

- Möjlig effekthöjning (hur många MW och när)
- Möjlig utbyggnad av befintlig elanläggning
- Ledtider
- Behov av ny regionnäts-/stamnätsanslutning
- Kostnadsbild (anslutningsavgift + nätinvesteringar)

När denna process är genomförd står det ofta klart vilken den realistiska övre gränsen är för flygplatsens effekt.

En kartläggning av flygplatsernas kraftförsörjning baserat på enkätsvar bland Sveriges regionala flygplatser inom projektet Grön Flygplats 1.0 gjordes under år 2022[1]. Kartläggningen utgick ifrån fyra övergripande frågeställningar med fokus på nuläget och förutsättningar för förändring:

- Inkommande strömförsörjning
- Möjlighet att öka inkommande strömförsörjning
- Distribution och ökning av inkommande till flygplatsens anläggning
- Ambitionsnivå vad gäller elflyg och framtida trafik

Kartläggningen visade att flygplatsernas förutsättningar skiljde sig väldigt mycket. Framför allt handlade det om flygplatsens möjlighet att ta emot och distribuera kraft eller kraftleverantörens möjlighet att öka befintlig kraftförsörjning. Geografiskt sett återfanns flygplatser med goda respektive mindre goda förutsättningar i hela landet och föreföll inte vara starkt kopplat till det geografiska läget.

[1] PM - Kartläggning elektrifiering Sverige Regionala Flygplatser, Pontarius, 2022-12-20.

Det är trots detta sannolikt att flygplatser i mellersta och södra Sverige kommer att uppleva en större konkurrens i frågan om ökad kraftförsörjning från elleverantörerna.

Generellt kan man också säga att flygplatserna idag inte är någon stor förbrukare av elektricitet. Det är därför en relativt stor omställning för de flesta flygplatserna att i och med laddning av flygplan gå till att bli en storförbrukare.

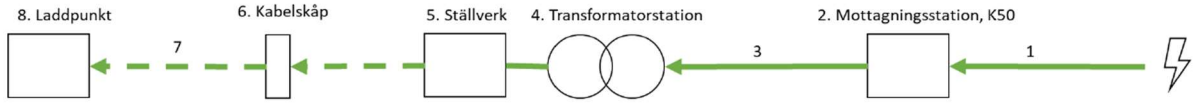
I den genomförda kartläggning från 2022 bedömdes förutsättningarna som goda för de flygplatser som kunde leverera minst 1 MW för laddning av elflyg, att det fanns indikationer på möjlighet att öka krafttillförseln samt att den egna anläggningen helt utan eller med små investeringar kunde distribuera en ökad kraft inom flygplatsen.

3.2 Flygplatsens elanläggning

En teknisk genomgång av flygplatsen måste göras för att se i vilken grad elanläggningen kan ta emot en utökad effekt från nätet. Genomgången av flygplatsens elanläggningar omfattar bl.a. mottagningsstation, transformatorstationer, ställverk/fördelningsstation, kabelskåp och kablage. Mottagningsstationen är byggd för ett visst antal inkommande kablar. Vid utökad effekt måste det säkerställas att det går att ansluta fler kablar, om inte reservutrymme finns kanske stationen måste byggas ut. Transformatorstationen måste kunna transformera mer ström, finns möjlighet att installera fler eller större transformatorer. Likaså måste det säkerställas att tillräckligt utrymme finns i ställverk/fördelningsstation och kabelskåp. Kablagets överföringsförmåga och längder måste ses över då de kanske inte kan hantera de utökade effekterna.

Då de flesta av våra flygplatser är gamla kommer sannolikt en utbyggnad av elsystemet krävas på de flesta håll för att kunna hantera en ökad effekt. Även om de en gång i tiden byggdes med viss reservkapacitet har inte höjd tagits för de framtida effektbehov som man ser kan komma med elflyg.

Nedanstående figur visar hur elnätet vid en flygplats kan vara uppbyggt från anslutningspunkt till nätägaren ned till laddpunkt för elflyg. Bilden är en princip då stora lokala variationer finns i hur nätet är uppbyggt.



Figur 3. Princip för elnätets uppbyggnad på en flygplats.

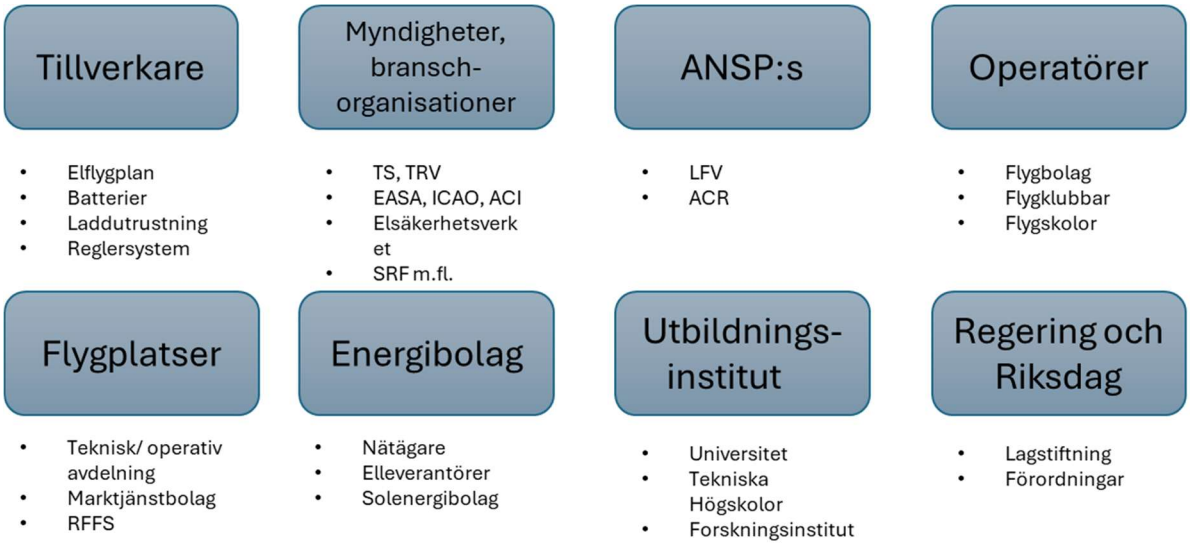
4 Omvärldsanalys

Omvärldsanalysen kan göras som ett separat steg efter den inledande kartläggningen men i praktiken görs den ofta parallellt. Omvärldsanalysen syftar till att skapa sig en förståelse de olika behov och planer som finns bland aktörer och intressenter inom ekosystemet för elektrifiering av flyg och flygplatser. Dessa spelar alla en roll för elflygets utveckling och som kan behöva involveras i olika grad och skeden när flygplatsen påbörjar omställningen till elektrifierad luftfart.

Tillverkare av själva elflygplanen måste självklart konsulteras för att förstå dimensioner och typ av flygplan, aktuella laddeffekter, speciella krav på t.ex. kylning av batterier och andra tekniska och operativa aspekter. Men även leverantörer av laddinfrastruktur – t.ex. laddare och energilager, behöver kontaktas för att förstå vilka produkter som kan vara bäst anpassade för flygplatsens behov.

Marktjänstbolagen kommer hantera den nya utrustningen och behöver vara involverade för att arbeta fram rutiner för hur service och hantering av elflygplanen under en turnaround ska gå till och vilka ev. arbetsmiljöproblem som kan finnas. Flygplatsens brand- och räddningstjänst är en annan verksamhet som direkt påverkas då insatsplaner, släckkapacitet och beredskap kan behöva ses över. Elflygen väntas operera på samma sätt som befintliga flygplan och använda sig av samma flygprocedurer men det kan ändå finnas aspekter som berör luftrum och flygtrafikledning, därför bör omvärldsanalysen även innefatta diskussioner med flygtrafiktjänstbolaget. Längre fram, när eVTOL-operationer gör entré på flygplatserna, kommer en stor fråga vara just hur de ska hanteras och separeras från övrig flygtrafik. En central del i omvärldsanalysen omfattar genomgång av aktuella regelverk och föreskrifter för elflyg som publiceras av luftfartsmyndigheter och branschorganisationer. I dagsläget saknas särskilda krav på flygplatser kopplat till elektrifierad luftfart och dess infrastruktur men det förväntas utvecklas över tid i takt med att tekniken mognar och större elflygplan blir en realitet.

Det har slutligen genomförts många olika typer av utvecklings- och forskningsprojekt inom ett brett spektrum av elektrifierad luftfart, varav en del av dem refereras till i detta masterplandokument. En naturlig del av omvärldsbevakningen är därför att bekanta sig med aktuellt forsknings- och utvecklingsläge och vilka lärdomar som kan dras.



Figur 4. Ekosystem för elektrifierad luftfart

4.1 Flygplanstyper

När man börjar titta på vilka laddeffekter man ska dimensionera för är det bra att ha klart för sig vilken typ av luftfartyg som kan förväntas. En rad olika typer av helelektriska eller hybrid-elektriska flygplan är under utveckling. Många i ett tidigt designskede varför fullständiga tekniska data om batterikapacitet, laddeffekter och räckvidd inte finns tillgängliga. Flera luftfartyg är också rena demonstratorprojekt i syfte att validera nya tekniker och koncept och syftar inte till att resultera i kommersiella produkter. I tabellen nedan listas ett urval av tänkbara flygplan med ren el eller el-hybriddrift i olika storlekar och verksamheter som kan tänkas bli verklighet (kunskapsläge 2026). Det är värt att nämna att i dagsläget är det bara Velis Electro Pipistrel av dessa som är EASA certifierad. Detta flygplan har mycket begränsad användning p.g.a. kort räckvidd och används främst av flygklubbar och flygskolor.

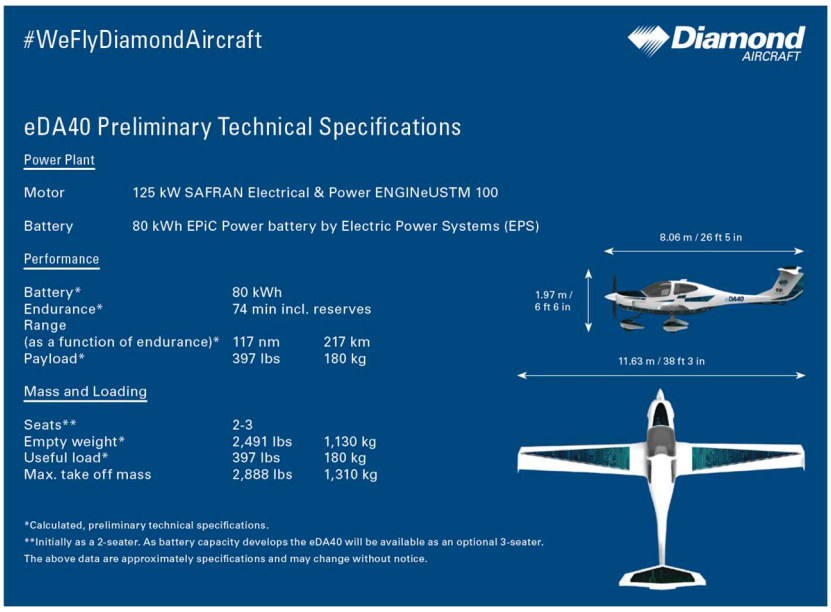
Årtal för certifiering av de andra flygplanen ska enbart ses som indikativt då det är uppgifter hämtade från tillverkaren, vilka ofta är överoptimistiska. Efter certifiering kan man förvänta sig att produktionen sätter ingång men inledningsvis kommer det ofta vara begränsad tillverkningskapacitet, varför det kan ta ytterligare 3–5 år innan flygplanen blir allmänt förekommande på flygplatser runt om i Europa.

Flygplan	Typ av verksamhet	Certifiering	Typisk laddeffekt	Batterikapacitet	Pax	Räckvidd
Velis Electro – Pipistrel	Privatflyg, skolflyg	2020	9 kW	20 kWh	1	50 min + VFR reserv
Diamond eDA-40	Privatflyg, skolflyg	2026?	40 kW	80 kWh	1–2	74 min (=217 km) + VFR reserv
Beta Aircraft ALIA CTOL	Taxiflyg, fraktflyg	FAA certifiering 2026/27 (mål)	320 kW	225 kWh	5 / 500 kg gods	ca 200 km + VFR reserv
Vaeridion Microliner	Privatflyg, taxiflyg, fraktflyg,	2030 (mål) Första flygning prel. 2027	400 kW (topp)	*600 kWh (uppskattad)*	9	400 km + IFR reserv
MD Aircraft MDA1 eViator	Taxiflyg, fraktflyg	2030 (VFR) 2032 (IFR) Första flygning (demonstrator) 2028	20 kW (battery swap) 200 kW (utan battery swap)	290 kWh	9 / 918 kg	400 km teknisk = ca 250 km + VFR reserv
Heart Aerospace ES-30	Regional linjetrafik	2029 (mål) Första flygning (demonstrator) prel. 2026	1,2 MW (baserat på att 600 kWh laddas upp på 30 min)	*800 kWh (uppskattad)*	30	200 km (el) 400–800 km (hybrid)

Tabell 1. Urval av elflygplan under utveckling med status våren 2026. Källa är resp. tillverkare.

4.1.1 Diamond eDA40

eDA40 är Diamonds elvariant av DA40 som är ett vanligt förekommande privatflygplan. Flygplanets elmotor, utvecklad av SAFRAN, certifierades av EASA under 2025 enligt SC E-19[2]. Nu pågår arbete att få flygplanet certifierad med integrerad elmotor. Det kommer troligen bli det första EASA/FAA Part 23 certifierade elflygplanet. Diamond har tidigare uppgett att målsättningen var att få flygplanet certifierat under 2025, detta har dock inte skett och tillverkaren har inte angett någon ny prognos officiellt. Batteriet kommer inledningsvis vara på ca 80 kWh enligt preliminära uppgifter. Flygplanet utrustas med två sittplatser för en pilot och en passagerare. I takt med att batteritekniken utvecklas kommer ytterligare en sittplats kunna erbjudas. Detta flygplan kommer ha lite bättre räckvidd än Velis Electro och kan därför flyga mellan flygplatser som ligger upp till ca 200 km från varandra vilket gör det mer användbart som reseflygplan privat eller i tjänsten.

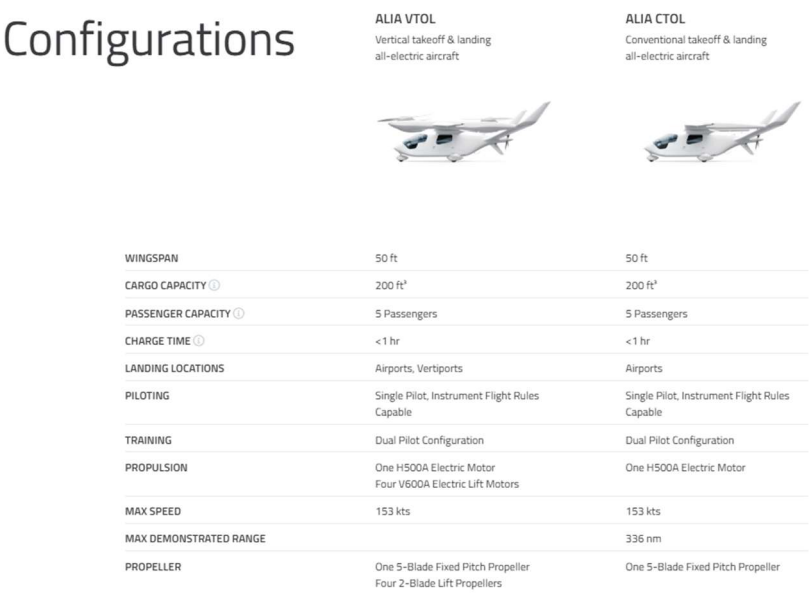


Figur 5. Preliminära tekniska data eDA40.

4.1.2 Beta Alia CTOL

Beta Aircraft är en amerikansk flygplanstillverkare som har tagit fram flygplanet Alia CTOL för 1 pilot och ca 500 kg last i fraktversion alternativ 5 passagerare i passagerarversionen. Flygplanet är intressant då det har gjort omfattande flygtester och har kommit långt i certifieringen. Under höst/vinter 2025 har det genomfört testflygningar i samarbete med Bristow och Avinor mellan Stavanger och Bergen i Norge. Beta siktar på FAA certifiering vid årsskiftet 2026/27. Räckvidden är begränsad, uppgiven till knappt 200 km med erforderliga reserver. Erfarenheter från testflygningarna i Norge visade också att sträckan Stavanger-Bergen på ca 160 km inte alltid kunde genomföras när det rådde kraftig motvind. Beta jobbar även med en eVTOL variant av flygplanet med tänkt senare introduktion.

[2] https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/how-easa-certified-safrans-engineus-100-electric-engine



Figur 6. Preliminära specifikationer BETA Aircraft (https://beta.team/aircraft)

4.1.3 Vaeridion

Vaeridion är en tysk elflygutvecklare som jobbar med ett projekt kallat Vaeridion Microliner. Microliner kommer bli ett helelektriskt flygplan för två piloter och upp till 9 passagerare och skulle lämpa sig för fraktflyg, taxiflyg, privatflyg eller t.o.m. linjetrafik och därmed öppna upp en ny marknad mellan städer där markbaserade transporter idag är enda alternativet. Man uppger en räckvidd på ca 400 km plus IFR-reserv. Flygplanet kommer ha batterier integrerade i vingarna. Batterikapacitet är inte uppgiven, man anger ca 1 kWh energiförbrukning per km vilket antyder att ca 400 kWh förbrukas vid en flygning upp till max räckvidd. Med tillkommande IFR-reserver innebär det en total batterikapacitet på ca 600 kWh, vilket låter högt. Enligt Vaeridion planerar man för en första provflygning under 2027 med målsättningen att kunna certifiera flygplanet 2030 och därefter skala upp produktionen till ca 250 flygplan per år på mitten av 2030-talet.

Figur 7. Vaeridion Microliner

4.1.4 MDA1 eViator

MD Aircraft är en annan tysk utvecklare som är i tidigt designskede med ett flygplan – MDA1 eViator på ren batteridrift. Flygplanet ska ha en teknisk räckvidd på 400 km med 1 pilot och upp till 9 passagerare/918 kg. Med nödvändig VFR-reserv blir räckvidden i praktiken troligen ca 250 km. Det unika med detta koncept är att den kommer ha utbytbara batterier. Batteripackarna, s.k. Power Bays, installeras i poddar under vingarna, bakom motorerna och kan enkelt bytas under ett markstopp. Fördelen är att man inte är i behov av högeffektsladdning utan kan använda flygplatsens befintliga elinfrastruktur. Man kommer också kunna uppgradera flygplanet lätt i takt med att batteritekniken utvecklas utan att omcertifiering krävs. Urladdade Power Bays kan förvaras och långsamladdas på flygplatsen i särskilda containrar skyddade från väder och vind och med optimal temperatur. På grund av brandrisken bör inte container placeras i närheten av terminal, passagerarflöden eller tankanläggning och bara behörig personal ska ha tillgång. Långsamladdning tar ca 4–6 h med 22 kW. Det går också att snabbladda med Power Bays kvar i flygplanet under 45 min – 2 h med 100–200 kW.

En uppenbar nackdel är att alla flygplatser som trafikeras av denna flygplanstyp kommer behöva ha Power Bays för flygplanet lagrade på plats. Flygplatsen måste investera i laddcontainer och för själva bytet krävs en gaffeltruck och vagnar för Power Bays.

Byte av Power Bay kommer inte påverka vikt- och balans eller flygplanets prestanda och MD Aircrafts målsättning är därför att det ska kunna ske av driftpersonal på flygplatsen, att jämställas med tankningspersonal som sköter tankning av konventionella flygplan. För att projektet ska lyckas krävs troligen att EASA kan godkänna detta upplägg då batteribyte med dagens regelverk är att jämställa med en underhållsåtgärd som bara får utföras av behörig tekniker, vilket inte kommer varar praktiskt genomförbart på de flesta flygplatser.

Batteripackarna uppges få en vikt om ca 750 kg per podd, 1500 kg totalt. Den energidensitet man räknar med ligger på ca 208 Wh/kg vilket skulle motsvara en total batterikapacitet på ca 300 kWh.

MD Aircraft uppger att man siktar på en första provflygning under 2028 och första leverans 2030. Flygplanet kommer inledningsvis bara vara godkänt för VFR-flygning med sikte inställt på IFR-certifiering under 2032. Man ser också vidareutvecklade, större versioner längre fram och även varianter där batteripackarna ersätts med vätgasdrift. Fortsatt finansiering av projektet avses säkerställas av förhandsbetalningar från blivande kunder så snart provflygningarna kommit i gång.

Figur 8. Flygplanet MDA1.

4.1.5 Heart Aerospace ES-30

Heart Aerospace arbetar med ett hybridelektriskt regionalflygplan för 30 passagerare. Flygplanet kommer ha fyra motorer, två konventionella turbopropmotorer och två helelektriska motorer. Genom denna konfiguration kan man flyga 200 km på ren eldrift eller 400 km på hybriddrift med 30 passagerare. Om passagerarantalet reduceras till 25 kan räckvidden med hybriddrift utökas till 800 km. Målsättningen är att provflyga en första experimentversion (X1) under 2026 med certifiering av ES-30 i slutet på detta årtionde. I takt med att batteritekniken utvecklas hoppas man kunna utöka räckvidden på ren eldrift till 400 km mot slutet av 2030-talet.

ES-30 technical specifications	
Capacity	30 passengers (typical)
Range	200 km all electric 400 km electric + hybrid 800 km electric + hybrid with 25pax
Propulsion	2 electric motors and 2 turbo prop engines
Energy source	Battery (primary) Reserve-Hybrid Turboprop
Runway length	1,100 m
Max altitude	20,000 ft
Turnaround time	30 min (fast charge)
Type certification	End of this decade

Figur 9. Preliminära tekniska data ES-30 (https://heartaerospace.com/es-30/).

4.1.6 Noemi

Noemi är ett helelektriskt sjöflygplan under utveckling av norska Noemi Aerospace med målsättningen att genomföra första testflygningen i slutet av 2027. Flygplanet, som även kommer kunna starta och landa på land, kommer ta 1-2 piloter och upp till 9 passagerare eller 1000 kg last. Batterikapaciteten är uppgiven till 400 kWh och ska medge 60 min flygning plus reserver. Baserad på angiven marschfart av 100 knop ger det en räckvidd om ca 180 km.

Figur 10. Noemi Aerospace sjöflygplan (bild: https://noemi.aero/).

4.1.7 Aura Aero ERA

Aura Aero är ett franskt bolag som utvecklar flygplanet ERA – ett hybridelektriskt flygplan för regional passagerartrafik med upp till 19 passagerare, affärsflyg, frakt eller medevac. Flygplanets kommer utrustas med 8 st. elektriska motorer kompletterad med två turbogeneratorer kompatibla med 100% SAF. Elmotorn (ENGINeUS) är utvecklad av SAFRAN och är certifierad av EASA. Vid hybriddrift och max 9 passagerare är räckvidden uppgiven till 900 NM (1500 km). Man hoppas kunna börja testa den första prototypen under 2026 med sikte på första testflygning under 2027 och trafikstart 2030. Man anger uppemot 40 % lägre CO2-utsläpp för regionalflygversionen än motsvarande konventionella flygplan.

Figur 11. ERA från Aura Aero.

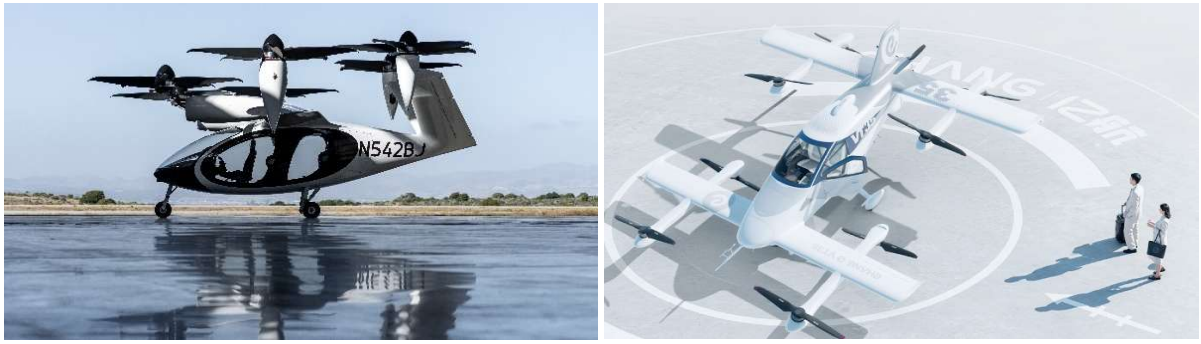
4.1.8 ATR EVO

ATR arbetar med en vidareutveckling av ATR72-600 med hybriddrift som de kallar ATR EVO. Den kommer ha två turbopropmotorer som går på 100% SAF och som även kan stöttas med batteridrift. Flygplanet förväntas introduceras i mitten av 2030-talet.

4.1.9 eVTOL

Utvecklingen av elektrifierad luftfart omfattar två närliggande men delvis olika segment: regional trafik mellan flygplatser med elektriska eller hybridelektriska flygplan som ett komplement eller ersättning till turbopropflygplan samt eVTOL-luftfartyg (electric Vertical Take-Off and Landning) för urban eller regional punkt-till-punkttrafik. eVTOL kommer typiskt ta 2–4 passagerare och ha 20-200 km räckvidd.

Ett exempel är amerikanska Joby Aviation som har kommit långt i utvecklingen av sin air taxi för 1 pilot och 4 passagerare. eVTOL:en har sex propellrar som drivs av 4 batteripack. eVTOL:en har omställbara propellrar för cruise segmentet med en maxfart av ca 320 km/h. Fram till december 2025 har över 2600 testflygningar genomförts och företaget uppger att de är i slutfasen av certifieringen med FAA[3].



Figur 12. Joby Aviation eVTOL (t.v.) och eHang VT-35 (t.h.) (bilder: https://jobyaviation.com, resp. https://www.ehang.com/vt35)

Kinesiska eHang är en pionjär inom autonoma eVTOLs och har utvecklat en förarlös lufttaxi med längre räckvidd – VT-35. Luftfartyget är avsett för regional passagerarflygning mellan städer i stället för bara korta flygningar. VT-35 kan ta två passagerare och har en räckvidd på ca 200 km. Marschfart är 216 km /h. Testflygningar pågår med målsättning att få luftfartyget certifierat av kinesiska luftfartsmyndigheten under 2026. VT-35 har till skillnad från många andra eVTOLs fasta vingar för att få längre räckvidd. Den är utrustad med 8 st propellrar för vertikal start/landning och en bakåtriktad propeller för flygning rakt fram. Då VT35 är förarlös kan den flyga helt autonomt från en punkt till en annan.

EASA har nyligen publicerat operativa regler för denna typ av luftfart i Annex IX (Part-IAM) till EU 965/2012. De operativa reglerna kommer inledningsvis vara restriktiva med krav på en pilot, VFR och längs definierade rutter. Det är för närvarande osäkert när denna typ av trafik kan bli kommersiellt gångbar men för flygplatser med långsiktiga ambitioner bör möjligheten finnas med i den övergripande utvecklingsplanen för flygplatsen. Man kan tänka sig att eVTOLs i framtiden blir en del av ett sammanhållet transportsystem för elflyg där eVTOLs ersätter resenärens marktransport till/från flygplatsen. När eVTOLs med längre räckvidd kommer kan också ett helt nytt sätt att resa öppna upp sig där man kommer kunna flyga i princip från dörr till dörr eller mellan en flygplats och en mer avlägsen destination.

[3] https://www.jobyaviation.com/ (april 2026)

4.2 Batteriteknik

Precis som inom fordonssektorn så används litiumjonbatterier (li-ion) oftast till elektriska luftfartyg då de har ett av de bästa energi/vikt-förhållandena. Dessutom kännetecknas batterierna av en låg självurladdningshastighet.

Även om den specifika energitätheten hos litiumjonbatterier är relativt hög jämfört med andra batterityper, är den fortfarande inte tillräcklig för större elektriska flygplan. Dagens litiumjonbatterier erbjuder upp till ca 250 Wh/kg på packnivå. Jämförelsevis så är energidensiteten ca 50 gånger högre hos jetbränsle (Jet A1). Detta innebär att rena elflygplan måste bära en betydande del av vikten i batterier som för konventionella flygplan kan användas för betalande last.

Andra nackdelar med litiumjonbatterier är batteriets livslängd och prestanda över tid, dess känslighet för överladdning och djupurladdning, dess ömtålighet och dess känslighet för höga temperaturer. Detta leder till strikta säkerhetskrav för batteripackarna ombord samt särskilda krav på brandsläckning. Hur snabbt batteritekniken kommer utvecklas är mycket svårbedömt. Det finns uppgifter om att energikapaciteten på packnivå för litiumjonbatterier skulle kunna uppgå till 300 Wh/kg runt år 2030 och 500 Wh/kg år 2050[4]. Men det forskas också på andra typer av batterier med ev. högre potential på sikt.

4.3 Laddare och standarder

Branschen håller på att utveckla specifika laddningsstandarder anpassade för luftfartyg med tydliga skillnader mot de för elektriska markfordon. För eldrivna luftfartyg kommer två olika standarder finnas:

SAE ARP/AS6968 Connection Set of Conductive Charging for Light Electric Aircraft – primär standard för lätta elektriska luftfartyg, med laddeffekter upp till 500 kW

SAE AIR7357 – MegaWatt and Extreme Fast Charging for Aircraft – kommer bli den nya standarden för luftfartyg med effektbehov över 500 kW, vilket kommer krävas för;

- medelstora elflygplan för taxi/affärsflyg (150–200 kWh batterier med C-tal på 5 eller mer)

- regionala/commuter ren el eller hybridelektriska flygplan (500 kWh upp till 1MWh batterier med C-tal på 2 eller mer)

AIR7357-standarden baseras på fordonsindustrins Megawatt Charging System (MCS) anslutning men anpassad för luftfartspecifika behov, inkluderande förbättrade vätskekylda kablar för strömstyrkor över 350A.

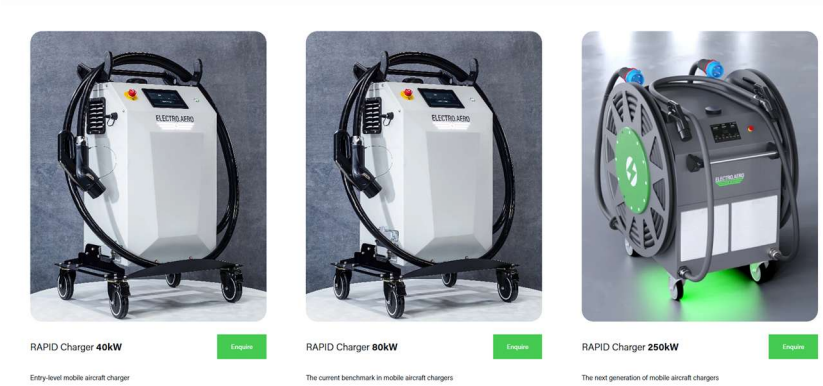
MCS Level	Current [Ampere]	Power [MW]	Cooling of handle
1	350	0.35	No
2	1000	1	Yes
3	3000	3.75	Yes

Tabell 2. MCS-standarden.

[4] Performance Analysis of Regional Electric Aircraft, ICCT White Paper, July 2022.

Flygplatser som står inför beslut att införskaffa laddare rekommenderas att utvärdera laddare som uppfyller specifikationerna för SAE ARP/AS6968 för luftfartyg upp till 500 kW och förbereda för AIR7357 standarden för framtida elektriska luftfartyg med högre effektbehov.

Det lätta skolflygplanet Pipistrel Velis Electro har ett batterisystem för ca 24,8 kWh kapacitet för korta flygningar. Detta flygplan kräver i princip bara att en mobil laddare finns tillgänglig på flygplatsen. Den mobila laddaren ansluts till befintlig 400V AC-kontakt vid plattan. En laddare på 20–25 kW kan ladda batteriet helt på ca. en timme, vilken är en rimlig tid för allmänflyg där korta markstopp inte är avgörande. Det finns idag mobila laddare på marknaden som stödjer både den nya AS6968-standarden så väl som fordonsindustrins standarder CCS1, CCS2 och GB/T, t.ex. från Electro.



Figur 13. Exempel på mobila laddare i olika storlekar från en leverantör (Electro.aero).

En mobil 40 kW-laddare från Electro kostar idag (prisläge 2026) ca 35 000 USD och en 80 kW-laddare ca 40 000 USD. Detta är exempel på laddare som finns tillgängliga idag och som kommer vara fullt tillräckliga för att tillgodose behoven de kommande 5 åren.

Electros kraftfullare laddare på 250 kW kostar från ca 100 000 USD. Med ett Cable Guidance System för 25 000 USD kan AC-kabeln förlängas från 5 m upp till 30 m.

CHARGER RAPID 40KW/80KW

The Electro.Aero Charger RAPID 40kW/80kW (CR040/CR080) is a compact and portable charger for electric aviation.

The CR040/CR080 can deliver 40kW/80kW of continuous power, and operate over a wide DC output voltage range of 150V to 1kV, and can be ordered in either the AS6968, CCS1 or CCS2 standards.

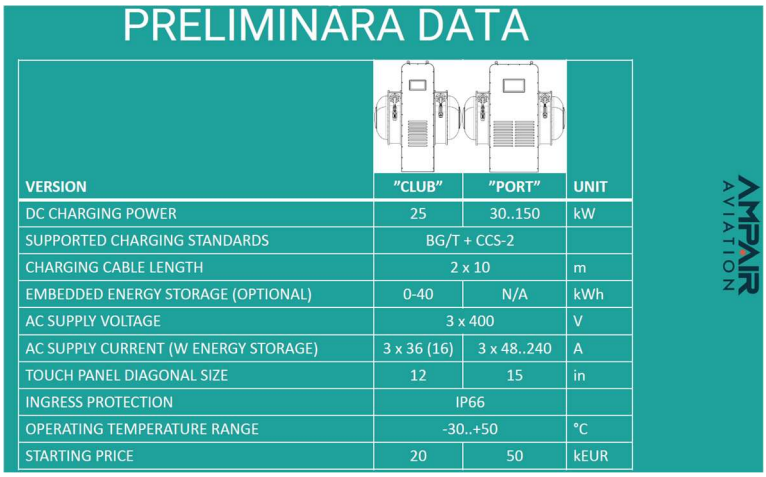
Charging information is displayed on a daylight visible 7" touchscreen.

The CR040/CR080 is draws power from one/two AC input plugs and accepts a wide 3-phase input voltage range of 260V-530V AC.

	TECHNICAL SPECIFICATIONS	CRAAA-BBBB-CC
DC Output Characteristics	Output Range	150V-1,000V
	Maximum Current	125A
	Maximum Power	40kW/80kW
	Overvoltage Protection	1,010V ±5V
	Undervoltage Alarm	140V ±2V
	Output Voltage Tolerance	±0.5%
	Load Sharing	±3%
	Maximum Start-up Overshoot	±1%
	Ripple Coefficient, Peak-to-Peak	2V
	Start-up Time	10s
	Auxiliary Power Voltage (A6968 only)	28V
	Auxiliary Maximum Current (A6968 only)	20A

Figur 14. Tekniska data RAPID 40 kW/ 80 kW-laddare.

Även svenska leverantörer finns. Exempel på detta är företaget Ampair Aviation som utvecklar laddare för små elflyg. Deras produkt Plugborne ”Club” version erbjuder 25 kW laddeffekt och stödjer standarderna GB/T och CSS-2 och inkluderar 2 x 10 m laddkabel. Laddaren kan fås med eller utan inbyggt energilager på 40 kWh. Startpris är från ca 20 000 EUR. Det planeras även för en större version ”Port” med effekt från 30 kW och uppåt. Produkterna är under utveckling och väntas finnas tillgängliga för marknaden vid årsskiftet 2027/28.



VERSION	”CLUB”	”PORT”	UNIT
DC CHARGING POWER	25	30..150	kW
SUPPORTED CHARGING STANDARDS	BG/T + CCS-2		
CHARGING CABLE LENGTH	2 x 10		m
EMBEDDED ENERGY STORAGE (OPTIONAL)	0-40	N/A	kWh
AC SUPPLY VOLTAGE	3 x 400		V
AC SUPPLY CURRENT (W ENERGY STORAGE)	3 x 36 (16)	3 x 48..240	A
TOUCH PANEL DIAGONAL SIZE	12	15	in
INGRESS PROTECTION	IP66		
OPERATING TEMPERATURE RANGE	-30..+50		°C
STARTING PRICE	20	50	kEUR

Figur 15. Preliminära tekniska data, PlugBorne laddare från Ampair Aviation (aug 2026).

Laddsystem genererar betydande värme som kräver hantering, särskilt för högeffektsladdare. Enheter över 50 kW kräver normalt luftkylning, medan megawattladdare kan behöva vätskekylning. Laddkablar kräver aktiv kylning över 350A för att förhindra överhettning. Uppgradering av den elektriska infrastrukturen måste också ta höjd för ökad värmebelastning på transformatorer och andra komponenter. Laddutrustningen behöver även vara installerad och underhållas enligt strikta säkerhetsföreskrifter med beaktande av jordning, åskskydd och brandsäkerhet.

Flygplansbatterierna kräver noggrann temperaturkontroll under laddning för att optimera prestanda och livslängd. Optimala laddtemperaturer ligger i spannet 15–35 C för litium-jon batterier. Flygplanen kan därför kräva extern kylning under laddning. Detta innebär att ladd områdena behöver lämpligt luftflöde för kylning av utrustning. Kylsystem kräver regelbunden service och kontroller. Dessa aspekter måste tas i beaktan när man planerar för framtida laddinfrastruktur för att säkerställa optimal drift och förutsägbarhet i alla väderförhållanden.

Det är viktigt att flygplatsen skaffar sig en grundläggande förståelse för utvecklingen inom laddteknik för att kunna ta rätt inriktningsbeslut i fråga om investeringar i infrastruktur, både i det korta perspektivet men också för att framtidssäkra flygplatsen på längre sikt.

4.4 Megawattladdning

För megawattladdning finns flera olika principlösningar för laddinfrastrukturen. I VTI:s rapport FAACE[5] diskuterades fyra övergripande tekniska koncept och dess för- och nackdelar;

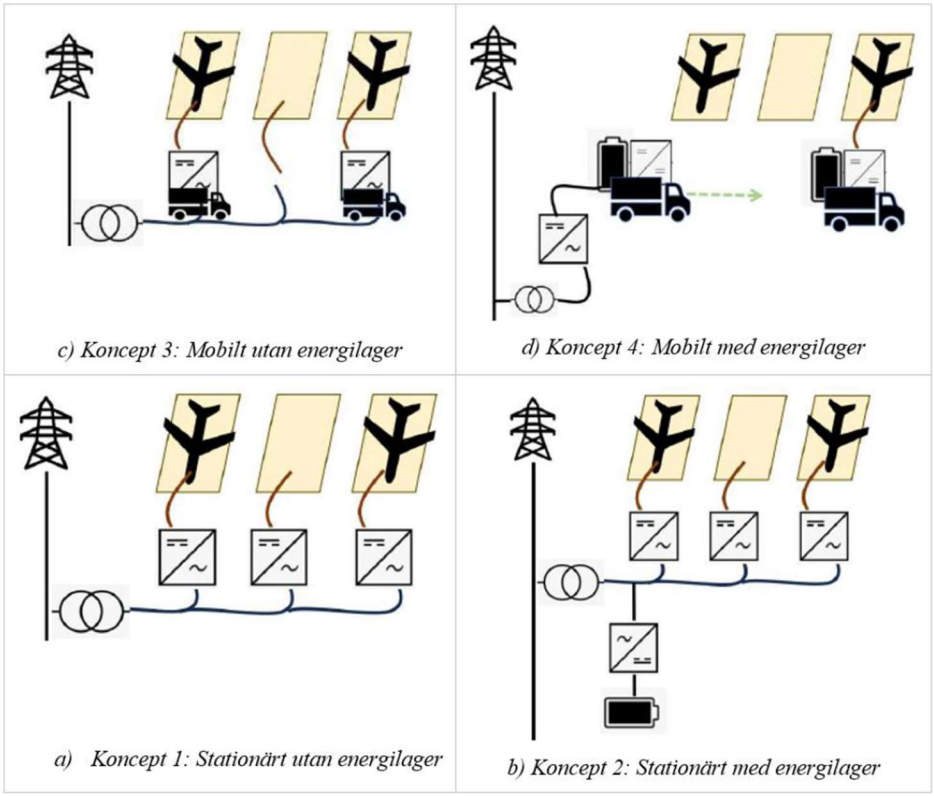
a) Stationärt utan energilager

[5] Flexibel och automatiserad laddning via energilager på flygplatser (FAACE), VTI resultat 2025:6.

b) Stationärt med energilager

c) Mobilt utan energilager

d) Mobilt med energilager



Figur 16. Olika principer för megawattladdning.

a) Stationärt utan energilager

I denna lösning matas energin direkt från nätet via en transformator fram till flygplanens uppställningsplats. Få omvandlingssteg ger en relativt hög verkningsgrad, men lösningen är samtidigt oflexibel eftersom endast de platser dit matningen dragits kan användas för laddning. Då energin tas direkt från nätet uppstår stora effekttoppar som kräver hög tillgänglig kapacitet i det lokala elnätet.

För att begränsa dessa toppar kan systemet utrustas med smart lastbalansering. Genom att styra effekten i realtid säkerställs att det totala uttaget inte överskrider nätets begränsningar eller den abonnerade effekten. Om flera flygplan laddas samtidigt, eller om flygplatsens övriga elbehov är högt, sänks laddstyrkan automatiskt. Detta minskar behovet av dyra nätförstärkningar men kan istället leda till varierande och längre laddtider vid hög belastning.

b) Stationärt med energilager

I detta koncept ansluts ett energilager (batteri) som används för effektbalansering. Energilagret laddas när den övriga efterfrågan är låg och elpriset är fördelaktigt, för att sedan laddas ur när behovet av

snabbladdning uppstår. På så sätt kapas effekttopparna och belastningen på elnätet hålls jämn över dygnet (så kallad *peak shaving*).

Precis som i föregående lösning är systemet platsbundet, vilket innebär att endast specifika uppställningsplatser kan användas för laddning. Även om lösningen minskar behovet av hög nätkapacitet, innebär ett energilager en kostsam investering. Dessutom medför de extra omvandlingsstegen mellan nät, batterilager och flygplan att de totala effektförlusterna i systemet ökar.

c) Mobilt utan energilager

Denna lösning innebär att matningen dras fram till fasta anslutningspunkter (t.ex. kraftuttag) vid respektive uppställningsplats. Själva laddaren är mobil och rullas fram för att anslutas mellan uttaget och flygplanet vid behov.

Fördelen är att den kostsamma laddinfrastrukturen inte behöver dupliceras på varje plats, utan en och samma laddare kan betjäna flera platser. Samtidigt bibehålls en viss flexibilitet då alla platser med en installerad nätanslutning kan användas för laddning. Precis som i lösning **a)** ställer detta dock krav på att elnätet kan hantera de omedelbara effekttopparna, eftersom ingen energibuffert finns tillgänglig.

d) Mobilt med energilager

Detta är den mest flexibla lösningen och bygger på en mobil enhet som rymmer både laddare och energilager. Enheten kan laddas upp vid en dedikerad laddpunkt på valfri plats på flygplatsen för att sedan köras ut till flygplanen, oavsett var de är parkerade. Detta eliminerar behovet av fast laddinfrastruktur vid uppställningsplatserna.

Lösningen medför dock relativt höga omvandlingsförluster, och vid tekniskt fel på den mobila enheten saknas redundans för laddning. Ett alternativ kan därför vara att kombinera detta koncept med en fast reservmatning vid en av platserna, i enlighet med lösning **a)**.

Då en mobil laddare måste rymma både kraftelektronik och ett omfattande batteripack, är en mindre lastbil troligen den mest praktiska plattformen. En nuvarande utmaning är bristen på färdiga lösningar på marknaden där laddutrustning och batterisystem är fullt integrerade. Eftersom den mobila enhetens batterier laddas långsammare än de laddas ur, minskas belastningen på elnätet och effekttopparna blir betydligt lägre än vid fast laddning.

Som referens gjordes i projektet *Air-Charge* en djupstudie av en mobil lösning kapabel att leverera 1 000 kWh på 30 minuter. Systemet baserades på en lastbil med en batterikapacitet om cirka 2 500 kWh. Kostnaden, exklusive markarbeten, kylning samt utvecklings- och certifieringskostnader, bedömdes indikativt till 14 MSEK[6]. Prisutvecklingen på batteripackar är avgörande för den slutgiltiga investeringskostnaden, men initialt kan de flesta flygplatser sannolikt klara sig med en lägre batterikapacitet.

Sammanfattande slutsats

Ingen enskild lösning är optimal för alla flygplatser. Valet av koncept beror på flygplatsens storlek, tillgänglig nätkapacitet, antal elflygplan, effektbehov och trafikmönster, samt behovet av flexibilitet och skalbarhet.

[6] **Air-Charge** Feasibility study on system demonstrator for high-power charging of battery-electric aircraft, RISE, 2024.

Medan fast laddinfrastruktur ger högre elektrisk verkningsgrad, erbjuder mobila lösningar större operativ flexibilitet trots en högre investeringskostnad. Det rådande kunskapsläget pekar på att en **modulär lösning** är den bästa strategin för att möjliggöra en snabb uppstart, innan det framtida behovet för elflyget är fullt kartlagt.

TGSE – Thermal Ground Support Equipment

Bortsätt från själva laddaren kommer elflygplan även kräva tillkommande ramputrustning för att kontrollera temperaturen på flygplanets batterier, en s.k. Battery Thermal Management Cart. Detta tjänar två syften;

- hålla batteripackarna inom lämpligt temperaturintervall vid mycket hög/låg utetemperatur för optimal prestanda och särskilt i vårt nordiska klimat möjliggöra laddning och start under vinterförhållanden.

- kylning av batterierna vid högeffektsladdning. Kylning sker genom vätske eller luftkylning och tar bort den värme som bildas vid högeffektsladdning.

Flygplatsen måste ha ett väderskyddat utrymme för parkering av BTMC-vagnen när den inte används. Var den placeras vid en turnaround beror på flygplanstyp och var den termiska kontakten på flygplanet kommer finnas. För flygplan som inte kräver högeffektsladdning kommer inte BTMC-utrustning vara nödvändigt då värmeutvecklingen vid laddning inte är så stor. Men det kan ändå vara motiverat om flygplatsen kommer ha regelbunden trafik i kallt vinterväder för att kunna konditionera batteriet till rätt temperatur innan laddning.

4.5 Energilager

Om det omgivande elnätet inte kan leverera tillräcklig kapacitet för laddning av flygplan finns möjligheten att installera ett energilager på flygplatsen. Ett s.k. BESS (Battery Energy Storage System) gör flygplatsen mer oberoende av yttre kraftförsörjning och har flera fördelar;

- Effektbalansering - jämnar ut variationer i effektbehov över dagen

- Dynamiska priser – köp och lagra el när den är billig, sälj energi när den är dyr → intäktskälla för flygplatsen

- Reservkraft – kan användas som reservkraft till flygplatsens flygsäkerhetskritiska system i händelse av avbrott i kraftförsörjningen

- Möjlighet att lagra grön el från egen solenergiproduktion när efterfrågan är låg

Genom att använda energilagret för effektbalansering kan effekttoppar i samband med laddning av elflygplan jämnas ut. Detta har en uppenbar fördel om tillgänglig effekt i nätabonnemanget är begränsad. Ett energilager är många gånger en betydligt billigare investering än de investeringar i nätanslutningen som kan krävas för att öka effekten.

Möjligheten att låta energilagret stötta omgivande nät vid behov bör övervägas. Om möjlighet finns för flygplatsen att sälja el till grannar eller för publik laddning av elfordon kan energilagret bli en intäktskälla för flygplatsen genom att utnyttja prisvariationerna i marknaden. El kan lagras när den är billig och säljas när den är dyr.

Flygplatsers reservkraft för matning av flygsäkerhetskritiska system består i dag av UPS:er och/eller diselgeneratorer. Med ett energilager som matas till flygplatsljusen, radio- och navigationsanläggning etc. kan det även utgöra en del av en robust reservkraftslösning.

I tillägg har många flygplatser gynnsamma förutsättningar för solenergiproduktion. Kombinerat med ett energilager kan överskottsenergi från solenergianläggningen lagras för användning när produktionen är låg men det finns en efterfrågan på el.

När det gäller placering av energilagret på flygplatsområdet bör hänsyn tas till;

- Höjdbegränsningar (hinderytor) och avstånd från bana, taxibanor, plattor
- Skyddsområden för CNS och MET
- EMC-störningar
- Skydd mot jetblast, FOD, vibrationer
- Ej blockera utryckningsvägar eller påverka insatstider
- Skalbarhet (utbyggnadsbar, modulär lösning)
- Brandsäkerhet (avstånd till byggnader, släcksystem, avstånd för räddningstjänsten)
- Närhet till hög- eller mellanspänning, närhet till lasten inte lika viktig

Med beaktande av ovan kan några generella riktlinjer ges;

➔ En placering vid driftområdet/mottagningsstation kan vara fördelaktig men får analyseras från fall till fall

➔ Energilagret bör placeras väderskyddat, t.ex. i en containerlösning, för att undvika direkt solljus och extrema kyla.

4.6 Lokal solenergiproduktion

Installation av en solcellsanläggning på flygplatsen kan vara ett strategiskt och långsiktigt klokt beslut då flygplatser står inför ett ökande tryck att minska sin klimatpåverkan samtidigt som effektbehovet ökar med nya elektrifierade luftfartyg. Solenergi kan bidra till ökad energiförsörjning, minskade utsläpp, förbättrad kostnadskontroll och stärkt varumärke, samtidigt som den blir en central del av den hållbara flygplatsen.

En solcellsanläggning vid en flygplats kräver särskild hänsyn till flygsäkerhet och drift. En av de viktigaste aspekterna är risken för EMC-störningar av flygplatsens radiokommunikation. En annan risk är bländning (”glare”) som kan påverka både piloter och flygledare. Därför krävs noggranna planering av var på flygplatsområdet solcellsanläggningen ska placeras, ingående komponenter, installation och drift. Andra viktiga faktorer är markanvändning, framtida expansionsplaner och elnätets kapacitet.

Solcellsanläggningen bör integreras i flygplatsens övergripande energisystem, gärna i kombination med energilagring som batterier för att hantera variationer i produktion och efterfrågan. Det är också viktigt att beakta regulatoriska krav, tillståndsprocesser och samverkan med luftfartsmyndigheter i ett tidigt skede.

En rapport för installation av solceller på flygplats är f.n. (2026) under framtagande av Pontarius med stöd av SRF, TRV, Swedavia, FortV och LTU och är tänkt att kunna användas som handledning av flygplatser som planerar för att bygga solcellsanläggningar[7]. Se rapporten för detaljerade rekommendationer för planering, projektering och installation av solceller på flygplats.

➔ Se TRV rapport för handledning kring uppförandet av solcellsparker intill flygplatsen.

4.7 EMC-aspekter

Med elektrifierad luftfart och flygplatser som alltmer börjar fungera som energihubbar blir EMC-frågan allt viktigare att förhålla sig till. Vi vet sedan tidigare att solcellsanläggningar kan ge ifrån sig oacceptabla emissioner med vid utbyggnad av en laddinfrastruktur måste man även beakta risken för EMC-störningar vid utformning av batterilager, ledningsstråk, laddstationer etc.

Även elektriska eller hybridelektriska luftfartyg kan innebära en störningskälla. Det finns ännu ingen enhetlig EMC-standard framtagen för luftfarten utan den baseras på industristandarder och praxis. De standarder som finns inom certifiering av luftfartyg är på system- eller komponentnivå och riktlinjer för luftfartyg som störningskälla finns inte. Det pågår forskningsarbete i frågan men fram till dess att det finns färdiga standarder att förhålla sig till är det en risk som måste hanteras. Preliminära mätningar[8] indikerar att elektriska luftfartyg ger ifrån sig betydlig mer elektromagnetiska emissioner än flygplan med förbränningsmotor och t.ex. överstiger de gränsvärden som Swedavia har satt upp för sina flygplatser. Detta måste beaktas i planeringen av framtida uppställningsplatser för elflyg. Parkering av elflygplan på befintliga platser på stationsplattan kan innebära oacceptabel risk för att elflygplanet stör CNS-system, t.ex. radioantenner i närheten av plattan. I dessa fall kan det bli aktuellt att titta på alternativa uppställningsplatser.

➔ Planera om möjligt för uppställning och laddning av elflygplan utanför skyddszoner för CNS-system.

➔ Upprätta en EMC-riskanalys innan trafikering med elflygplan

➔ Planera för att genomföra påverkansmätningar på aktuellt luftfartyg innan regelbunden trafik påbörjas

5 Beräkning av effektbehov

[7] Stöd för etableringar av solcellsparker intill flygplatser, TRV Rapport, 2026-XX-XX.
[8] Airport electrification and electromagnetic emissions – standards and challenges, Paper FT2025, (Salm, Johansson, 2025)

5.1 Effektbehov och energiprognos

Planering för elflyg kräver att flygplatsen tänker annorlunda kring energibehovet. Till skillnad från konventionella bränslen, som levereras och förbrukas i relativt små mängder per dag, måste elektrisk energi matas från nätet i realtid och levereras direkt till utvalda punkter på flygplatsen. Att förstå, prognosticera och hantera detta energibehov är väsentligt för att kunna planera infrastrukturen, ta fram ekonomiska kalkyler och uppnå hög driftsäkerhet.

Något förenklat så är energibehovet för elflyg på en flygplats beroende av fyra faktorer:

1. Storleken på flygplanets batteri
2. Önskad turnaround-tid
3. Antalet flygplan som behöver laddas samtidigt
4. Möjligheten att kunna ladda vid annan ort ex. vid en mellanlandning.

Var och en av dessa faktorer varierar stort beroende på typ av luftfartyg och operation.

Ett illustrerande exempel:

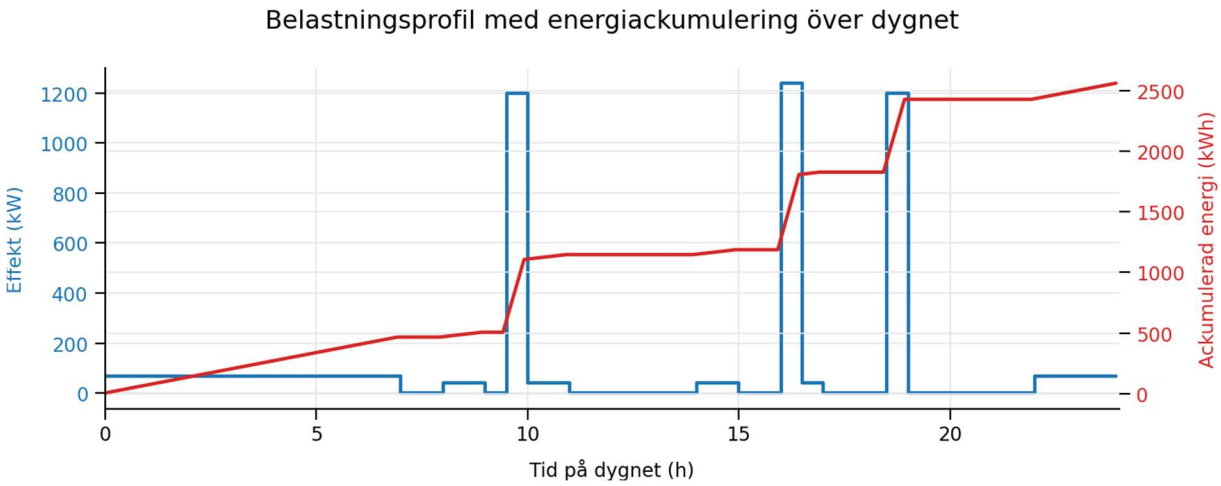
Ett lätt elflygplan för skolflyg kanske har en batterikapacitet på 20 kWh. Om man önskar ladda flygplanet på 45 min, mellan två skolpass, så krävs en laddeffekt på ca 20/0,75 = 27 kW – ett relativt modest behov som ofta kan uppnås med befintlig infrastruktur på flygplatsen. Som jämförelse kan ett elflygplan i regional kommersiell passagerartrafik ha en batterikapacitet på 800 kWh eller mer. Om målet är att återladda det inom en turnaround tid på 30 min så krävs en effekt på 800/0,5 = 1,6 MW. Ett effektbehov som troligen överstiger det många flygplatsers elnät klarar utan uppgraderingar.

Som visat ovan är det viktigt att förstå inte bara hur många flygplan man behöver kunna ladda samtidigt utan också storlek, typ av flygverksamhet, krav på turnaround-tider, trafikmönster över dagen etc.

Genom att ta fram en belastningsprofil kan totalt effektbehov över dagen och i peak identifieras. En sådan belastningsprofil kan användas som ett stöd för att i ett tidigt skede identifiera effektbehov och inleda en dialog med nätägare. I Fas ett (1) kommer elflygen främst utgöras av allmänflyg eller taxiflyg med mindre behov som trafikerar flygplatsen på oregelbundna tider varför det kanske inte är meningsfullt att ta fram en belastningsprofil. Det blir mer aktuellt i fas två (2) och tre (3) när man kan förvänta sig ha regelbunden trafik med flygplan som kräver högeffektsladdning.

Även om det totala dagliga energibehovet, i kWh/MWh, är av vikt för att bedöma nätkostnader så är peakbelastningen det som ofta blir dimensionerande för transformatorer, ställverk, lokalt distribueringssystem etc.

I diagrammet nedan ges ett exempel på en belastningsprofil för en regional flygplats med 4 avgångar per dag med hybridelektriska reguljärflygplan med behov av laddning av 600 kWh under en 30 min turnaround. Den första avgången kl. 07 på morgonen förutsetts långsam laddas från kl. 22 kvällen innan (övernattande flygplan) och resulterar därför inte i någon effekttopp. Mellan reguljäravgångarna laddas i tillägg små allmänflyg med ett effektbehov av ca 40 kW vid ett antal tillfällen under dagen.



Figur 17. Exempel på belastningsprofil för regional flygplats.

För de flygplan som är under utveckling finns sällan data om batterikapacitet och effektbehov för laddning tillgängligt för allmänheten, men en del uppskattningar går ändå att göra. I tabellen nedan har bedömda effektbehov vid laddning för några olika storlekar på elektriska eller hybridelektriska flygplan gjorts och kan användas för en grov uppskattning av flygplatsens framtida effektbehov.

Konfiguration	**Typ**	**Exempelflygplan**	**Batteri-kapacitet**	**Storlek**	**Effektbehov, samtidig laddning av**		
					1 fpl	**2 fpl**	**3 fpl**
Lätt, helelektriskt flygplan	Skolflygning, privat-, nöjesflygning	Pipistrel Velis Electro	20 kWh	1 pilot + 1 pax	16 kW	32 kW	48 kW
Lätt helelektriskt flygplan	Bruksflyg, privatflyg	eDA-40	80 kWh	1 pilot + 2 pax	80 kW	160 kW	240 kW
Helelektriskt trafikflygplan	Taxiflyg, Linjetrafik, Fraktflyg	Vaeridion	600 kWh*	2 piloter + 5–9 pax	400 kW	800 kW	1,2 MW
Hybridelektriskt regionalflygplan	Fraktflyg, Linjetrafik	ES-30	800 kWh*	2 piloter + 20–30 pax	1,2 MW	2,4 MW	3,6 MW
**Uppskattning*							

Tabell 3. Bedömda generella effektbehov för olika typer av elflygplan.

Beräkning av flygplatsens effektbehov kan göras enligt modellen nedan:

Energibehov per flygplan:

Energi (kWh) = Batterikapacitet * (andel urladdat)

Effektbehov, laddning:

Effekt (kW) = Energi (kWh) / Önskad laddningstid (h)

Effektbehov, peak:

Peakeffekt (kW): Σ samtida effektbehov, laddning

Daglig energiprognos:

Dagligt energibehov (kW per dag) = Σ energibehov för alla flygplan under den dagen

5.2 Exempel regional flygplats, fas 1

Ett beräkningsexempel för en regional flygplats i den första fasen av elflygets utveckling ges nedan. Man tänker sig här en att en lokal flygskola finns baserad på flygplatsen med behov att kunna ladda två små skolflygplan samtidigt. I tillägg vill flygplatsen samtidigt kunna erbjuda laddning för enstaka taxiflyg, eller privatflyg i storleken 5–9 säten med batterikapacitet uppemot 600 kWh.

Förväntad trafik:

- 2 elektriska skol- /privatflygplan (20 kWh batteri)
- 1 taxiflyg/privatflyg (600 kWh batteri)

Energibehov per flygplan:

Varje skolflygplan gör 4 träningspass per dag och kräver 60 % återladdning varje gång:

→ 0,6 * 20 kWh * 4 = 48 kWh per dag och flygplan

Flygplatsen har i genomsnitt en avgång med taxiflyg per dag. Taxiflygplanets batteri kräver 50 % återladdning (rimlig nivå då ca 50 % kommer krävas som reserv)

→ 0,5 * 600 kWh = 300 kWh per dag.

Effektbehov per flygplan

Med antagen laddningstid 45 min för både skolflygplan och taxiflygplanet kan effektbehovet per flygplan beräknas till:

Typ	Effektbehov per flygplan
Skolflygplan	0,6 * 20 kWh / 0,75 h = 16 kW
Taxiflygplan	0,5 * 600 kWh / 0,75 h = 400 kW

Effektbehov i peak

Om båda skolflygplanen behöver återladdas samtidigt som det är en turnaround med taxiflygplanet kan effektbehovet summeras till ca 0,5 MW med tillägg för samlade effektförluster från nätet fram till flygplanets batteri (15 % effektförluster antas).

Flygplan	Batteri	Laddtid	Beräkning
Skolflygplan 1	20 kWh	45 min	0,6*20/0,75 = 16 kW
Skolflygplan 2	20 kWh	45 min	0,6*20/0,75 = 16 kW
Taxiflygplan	600 KWh	45 min	0,5*600/0,75 = 400 kW
Summa			432 kW
Tillägg för effektförluster (15 %)			76 kW
Tillgänglig effekt från nätet:			**508 kW ~ 0,5 MW**

Tabell 4. Effektbehov i peak fas 1.

5.3 Exempel regional flygplats, fas 2

I fas två (2) tänker vi oss att de första hybridelektriska regionala trafikflygplanen har introducerats och ska kunna laddas samtidigt som lätt skol- eller privatflyg. Laddning av taxiflygplan eller motsvarande storlek bedöms kunna hänvisas till laddning till tider utanför peak.

Förväntad trafik:

- 2 elektriska skol- /privatflygplan (20 kWh batteri)
- 1 regionalt hybridelektriskt trafikflygplan (800 kWh batteri)

Energibehov per flygplan:

Varje skolflygplan gör 4 träningspass per dag och kräver 60 % återladdning varje gång

→ 0,6 * 20 kWh * 4 = 48 kWh per dag och flygplan

Trafikflygplanet gör två rundturer per dag till flygplatsen. Då det är hybridelektriskt så antas nästan hela batteriet laddas ur under flygning och kräva 75 % återladdning

→ 0,75 * 800 kWh * 2 =1200 kWh per dag.

Effektbehov per flygplan

Med antagen laddningstid 45 min för skolflygplan resp. 30 min för regionalt trafikflygplan kan effektbehovet per flygplan beräknas till:

Typ	Effektbehov per flygplan
Skolflygplan	0,6*20 kWh / 0,75 h = 16 kW
Regionalt trafikflygplan	0,75 * 800 kWh / 0,5 h = 1200 kW

Effektbehov i peak

Om båda skolflygplanen behöver återladdas samtidigt som det är en turnaround med det regionala trafikflygplanet, kan effektbehovet i peak summeras till ca 1,5 MW inkl. effektförluster.

Flygplan	Batteri	Laddtid	Beräkning
Skolflygplan 1	20 kWh	45 min	0,6*20/0,75 = 16 kW
Skolflygplan 2	20 kWh	45 min	0,6*20/0,75 = 16 kW
Regionalflygplan	800 kWh	30 min	0,75*800/0,5 = 1200 kW
Summa			1232 kW
Tillägg för effektförluster (15 %)			218 kW
Tillgänglig effekt från nätet:			**1450 kW ~ 1,5 MW**

Tabell 5. Effektbehov i peak, fas 2.

Som framgår av detta beräkningsexempel kan de lätta skolflygplanens effektbehov nästan bortses ifrån.

5.4 Exempel regional flygplats, fas 3

I fas tre (3) har marknaden och tekniken för elflyg mognat och de flesta regionala flygplatser trafikeras av rena el- eller hybridelektriska flygplan i olika storlekar. Dimensionerande blir hur många reguljära avgångar och samtidig laddning som ska kunna hanteras. Två samtidiga avgångar med reguljärflygplan innebär att effektbehovet jämfört med fas två (2) blir det dubbla. Tre samtidiga avgångar innebär en tredubbling osv.

5.5 Osäkerheter

En prognos över effektbehovet och belastningsprofil över dygnet är alltid behäftad med viss osäkerhet beroende på;

- Behov av återladdning
- Förskjutning av turnaround-tiden (tidig/sen ankomst)
- Effektivitetsförluster
- Extremväder (kallt/varmt) påverkar batteriprestanda och laddare
- Oförutsedda ankomster av elflygplan ex. ambulansflyg eller annan typ av verksamhet.

För att fullt ut ta höjd för dessa faktorer kan det vara aktuellt att ta höjd för ytterligare marginaler i effektbehovet än de redovisade ovan.

5.6 Övrigt laddbehov

Till effektbehov för laddning av flygplan kommer effekt för laddning av flygplatsens egna fordon och utrustning på airside samt publik laddning av elfordon på landside.

För en regional flygplats kommer laddning av fordon och utrustning på airside med lite planering inte påverka det övergripande effektbehovet på flygplatsen. Laddning av dessa kan ofta ske utanför turnaround-tider för den reguljära flygtrafiken.

Om flygplatsen vill kunna erbjuda publik laddning av tyngre fordon, t.ex. tung lastbil, kommer betydande effekter behöva finnas tillgängliga. Snabbladdning av en tung lastbil idag kräver ofta effekter på 350–400 kW för att kunna ladda batterierna från 20% till 80 % under chaufförens vilotider.

Fordon	Långsamladdning	Snabbladdning
Personbilar	11 kW	200 kW (27 min)
Tung lastbil, buss	50 kW	350 kW (65 min)

Tabell 6. Exempel på laddeffekter för dimensionering av publik laddning på landside

5.7 V2G-lösningar

Vehicle-to-Grid (V2) från flygplatsens bilparkeringar innebär att elbilar som står parkerade kopplas upp så att deras batterier inte bara laddas utan också är med och levererar el tillbaka till flygplatsens elsystem. Genom att utnyttja varje elbils batteri kan de bli en delkomponent i flygplatsens energilager.

Beräkningsexempel:

100 bilar x 60 kWh batteri = 6 MWh lagringskapacitet. Även om bara 20 % av bilarnas batteri utnyttjas är det 1,2 MWh i tillgänglig lagringskapacitet, vilket skulle kunna täcka större delen av flygplatsens energibehov under dagen. Genom att V2G-systemet kan användas för att kapa effektopparna vid laddning av elflygplan minskar behovet av dyr näteffekt.

Parkeringsytor lämpar sig också bra för installation av solpaneler som förutom att generera el kan utformas som ett väderskyddande tak för bilarna. När solpanelerna producerar mycket energi kan de ladda upp bilarna som sedan kan tappas av när produktionen är låg. Man kan också tänka sig ett V2G-system som en backuplösning för kritiska funktioner som terminalbelysning, IT- och säkerhetssystem etc. Med fördel kan även flygplatsens egen elektrifierade fordonsflotta anslutas till V2G-systemet.

För flygplatsen ökar intäktsmöjligheten genom lägre effekttoppar, minskat behov av investeringar i eget energilager samt möjligheten för energiarbitrage (laddning från sol eller vid lågt pris nattetid). Fordonsägare som väljer att delta i V2G får en rimlig ersättning.

6 Utveckling airside

I detta avsnitt beskrivs vilka utvecklingsbehov som flygplatsen ställs inför i de olika utvecklingsfaserna, fas ett (1) till tre (3), redogjorda för i kapitel 2.

6.1 Laddinfrastruktur

Det totala antalet aktiva elflygplan förväntas förbli lågt åtminstone fram till 2030 och främst bestå av små privatflygplan för 2–3 personer men framåt 2030 kan de första elflygplanen med lite större effektbehov börjat komma ut på marknaden. Under den första fasen kommer påverkan på flygplatsens airsideanläggningar sannolikt att vara begränsad. Efter 2030 förväntas investeringar och användning av elflygplan bland kommersiella flygoperatörer kunna öka och det blir aktuellt med högeffektsladdning.

Fas 1

- ➔ Vid behov införskaffa en mobil kW-laddare för laddning av lätt allmänflyg (20–40 kW)
- ➔ Vid behov införskaffa en mobil laddare för upp till 350 kW för laddning av kommersiella elflyg (5–9 passagarar/fraktflyg).
- ➔ Identifiera lämpliga uppställningsplatser för laddning på plattan och säkerställ att anslutningspunkt för laddare finns med tillräcklig kapacitet.
- ➔ Lastbalanserare kan behövs om man laddar flera flygplan under natten så att lasten fördelas jämnt mellan de flygplan som laddar. Lastbalanserare placeras normalt i ställverk eller kabelskåp beroende på uppbyggnad.
- ➔ Mindre anpassningar av kabelskåp, kabeldragningar etc. kan behövas.

Som en prisindikation för Fas 1 med laddstation för 420-480 kW laddeffekt utan energilager är kostnaden ca 750 000 kr. För att göra laddstationen mobil tillkommer ca 100 000 kr per laddstation. Prisbilden varierar mycket efter vilken leverantör och kvalitet som väljs. Laddstationer med energilager, liknande den lösning som levererades till Bergens flygplats för Avinors testarena i samarbete med Bristow och BETA, kostar ca 2 MSEK. Den hade 250 kW batterier med 420 kW laddkapacitet[9].

Fas 2

- ➔ Kräver högeffektsladdning (MW) laddning
- ➔ Mobil laddare i form av lastbil med batteripack kan övervägas för flexibilitet.
- ➔ Ett komplement som kan övervägas är att dra fram en fast matning för högeffektsladdning till en av uppställningsplatserna. Då får man redundans om den mobila laddlastbilen är ur funktion eller är urladdad.
- ➔ Ramputrustning behöver kompletteras med Battery Thermal Management Cart

[9] Uppgift från Skagerak Energi, juni 2026.

- ➔ Anpassningar av infrastrukturen för att ta emot och fördela hög effekt kan kräva ut-, ombyggnad av mottagningsstation, transformatorstation, ställverk/fördelningsstation, kabelskåp etc. Översyn av kablagets överföringsförmåga, längder etc.

För att få en uppfattning av aktuell kostnadsbild för Megawattladdning i Fas 2 har en leverantör tillfrågats baserat på de olika principlösningarna redogjorda för i avsnitt 4.4. Kostnadsbilden avser hårdvara, markararbeten och installation ingår ej.

För principlösning **(a) Stationärt utan energilager** anges en kostnad om ca 2,5-2,7 MSEK per laddstation beroende på fabrikat.

För principlösning **(b) Stationärt med energilager** installeras ett batterilager och integreras mot laddarna. Beroende på laddningsvolym och viken kapacitet som finns tillgänglig kan batterilagret dimensioneras lite olika. Ett batterilager med storleken 125 kW/233 kWh ger ett uppskattat pris per enhet om 0,6 MSEK för hårdvaran. För 1,2 MW krävs således tio enheter till en kostnad om ca 6 MSEK. Tillkommer kostnader för laddstation enligt (a) ovan.

För principlösning **(c) Mobilt utan energilager** kunde ingen teknisk lösning offereras.

För principlösning **(d) Mobilt med energilager** anges en ungefärlig prisbild på 12,5-13 MSEK inkluderande 1 MW MCS-laddare och batterilager på 2 MWh. Tillkommer här gör den mobila plattformen (lastbil).

Fas 3

- ➔ Fortsatt komplettering av mobila kW-laddare i takt med att allmänflygflottan blir alltmer elektrifierad
- ➔ För att kunna ladda två eller fler samtida avgångar för reguljärtrafik krävs två mobila högeffektsladdare, alternativt att en av platserna har fast matning, samt två Battery Thermal Management Carts
- ➔ Vid användande av fasta laddpunkter bör dessa placeras ovan mark, laddkablar för högeffektsladdning kommer vara tjocka med en betydande vikt varför kabinett med laddare och kablage nedsänkt i plattan blir svårarbetat för markpersonalen.
- ➔ Fortsatt utökning av kapacitet i mottagningsstation, transformator, ställverk om inte den extra kapaciteten kan lösas med energilager.

6.2 Elflygterminal och uppställningsplatser

I den första fasen kan flygplatsen troligen klara sig med befintliga uppställningsplatser bara man drar fram en laddpunkt till någon eller några av dessa för laddning av små elektriska flygplan. När man ser att marknaden för korta flygningar upp till ca 300 km börjar etablera sig kan det vara aktuellt att fundera över om dessa passagerare ska slussas igenom den vanliga terminalen eller hanteras på annat sätt. Denna typ av flygtrafik kommer behöva konkurrera effektivt med marktransporter. När självkörande elbilar blir vanliga inom en inte allt för avlägsen framtid kommer resenären att kunna stiga in utanför sin bostad

och färdas direkt till destinationen utan att själv köra. Resan sker från dörr till dörr, utan parkering, incheckning eller väntetider. För att elflyget ska kunna konkurrera med en sådan lösning måste flygplatsbesöket vara så snabbt och enkelt som möjligt. Varje minut på marken riskerar annars att eliminera den tidsvinst som flygresan skapar i luften.

Ett elflyg som flyger 300 kilometer kan kanske genomföra flygningen på omkring en timme. Om passageraren däremot behöver anlända till flygplatsen en timme före avgång, gå långa sträckor genom terminalen och vänta på ombordstigning försvinner snabbt hela fördelen jämfört med vägtransport. Framtidens regionala flygplats måste därför utformas med målet att minimera tiden mellan ankomst till flygplatsen och ombordstigning.

Målet bör vara att en passagerare ska kunna parkera bilen, passera genom terminalen och stiga ombord på flygplanet inom några få minuter. Det ska räcka med att anlända till flygplatsen 10-15 min innan avgång. Därmed kan den totala restiden reduceras kraftigt och flyget bli det snabbaste alternativet. En fördel är att små flygplan är undantagna kravet om den tidskrävande säkerhetskontrollen. Det innebär dock att flygplatsen måste separera dessa passagerare från övriga säkerhetskontrollerade passagerare. Det kan därför vara smidigt att hantera dessa via en dedikerad ”elflygterminal” med kort avstånd från landsida direkt ut till flygplanet. Säkerhetsmässigt hanteras ett sådant område som ett avgränsat område, s.k. DMA-område.

En elflygterminal bör vara:

- Kompakt och lättöverskådlig.
- Direkt ansluten till parkeringsytor och angöring för buss/taxi
- Anpassad för mindre (el)flygplan med 5-20 passagerare
- Utformad för snabba flöden utan långa gångavstånd.

En konkurrenskraftig flygplats bör kunna erbjud parkering inom 50 till 100 meter från terminalentrén och snabb avlämning och upphämtning med buss eller taxi. Passageraren ska i princip kunna se flygplanet redan när den stiger ur taxin.

Figur 18. Östra rampen, Stockholm Bromma Airport

På en del flygplatser finns redan idag liknande lösningar för allmänflyg, taxiflyg etc., genom en terminal för General Aviation. Möjligheten att bygga en elflygterminal varierar från flygplats till flygplats och en förutsättning är att det går att parkera flygplanen på en platta precis utanför. Att anlägga en ny platta för ändamålet kommer vara en kostsam investering som troligen inte kan motiveras. Exemplet ovan är från östra rampen på Stockholm Bromma Airport där passagerare kan gå direkt från bilparkering/taxi på landsida ut till väntande flygplan. Passageraren kan vara i flygplanet inom loppet av några få minuter.

Vid sidan av uppställningsplatser och terminalbehov så är det bra om det går att skapa möjlighet för nattparkering av flygplan i uppvärmd hangar. Därmed kommer elflygplanens batterier kunna hållas inom lämpligt temperaturintervall vid längre uppehåll på marken.

	Fas 1	**Fas 2**	**Fas 3**
Uppställningsplatser	Befintliga platser alt. dedikerad platta/terminal för små elflygplan Mobil laddning Uppvärmd hangar Säkerställ effektiva passagerarflöden	Dedikerad platta/terminal för små elflygplan Befintliga platser för större elflygplan Säkerställ effektiva passagerarflöden Mobil laddning, ev. kompletterad med fast laddpunkt ovan mark till en plats för högeffektsladdning Uppvärmd hangar	Dedikerad platta/terminal för små elflygplan Befintliga platser för större elflygplan Mobil laddning kompletterad med fast laddpunkt ovan mark till ett par platser för högeffektsladdning

Tabell 7. Förslag till strategi för uppställningsplatser och laddning.

6.3 Solcellsanläggning, ytbehov

För att installera 1 kW solceller krävs i regel en yta på cirka 5–6 kvadratmeter [10].

Om utrymme finns kan det vara lämpligt att dimensionera solcellsanläggningen för att under optimala förhållanden kunna levererar en effekt motsvarande flygplatsens peakeffekt för laddning av flygplan. En peakbelastning på 1,5 MW innebär således att ca 15 000 m^2 solpaneler krävs. Denna tumregel kan användas som grovt planeringstal vid dimensionering och val av plats för solcellsanläggningen.

	Fas 1	**Fas 2**	**Fas 3**
Peakeffekt	0,5 MW	1,5 MW	> 3 MW

[10] https://hemsol.se/solceller/produktion-per-ar-och-manad/ (jan 2026).

Solpaneler	Ca 2 500 m^2	Ca 7 500 m^2	> 15 000 m^2

Tabell 8. Ytbehov för solcellspaneler för att svara mot peak effektbehov från laddning av elflygplan.

(bild:https://www.hultsfred.se/artikel/sveriges-storsta-solpark-invigd-i-hultsfred/)

Figur 19. Solcellsanläggning vid Hultsfreds flygplats

6.4 Energilager

För att dimensionera ett energilager som syftar till att kapa effekttoppar vid laddning av elflygplan och långsamladdas från nätet under övriga delar av dygnet får vissa antaganden göras. Avgörande faktorer är hur hög effektpeaken är, hur länge den varar och vid hur många tillfällen per dag det inträffar.

I exemplet med utvecklingsfas två (2) antas högeffektsladdning med 1,2 MW under 30 min vid tre tillfällen under dagen vara dimensionerande. Under natten sker långsamladdning av ett flygplan. Inräknat laddning även av mindre allmänflyg blir totalt energibehov över dygnet ca 2,5 MWh. En säkerhetsfaktor måste läggas till för att ta höjd för energilagrets max depth of discharge (DoD), kapacitetsförluster över tid, verkningsgrad och operativ buffert. Med en säkerhetsfaktor på 1,5 hamnar man då på ca 3,8 MWh, eller avrundat 4 MWh, vilket skulle kunna vara en lämplig energikapacitet för ett energilager i fas två (2).

	Fas 1	**Fas 2**	**Fas 3**
Peakeffekt	0,5 MW	1,5 MW	> 3 MW
Energikapacitet BESS	1,0 MWh	4,0 MWh	> 8 MWh

Tabell 9. Exempel på dimensionering av energilager

En leverantör av energilager angav vid förfrågan angav en prisindikation om ca 570 000 USD ex moms för ett containerbaserat BESS för 1 MW – 2,4 MWh bestående av:

- En 30 fots HC-container (mått: B 2438 × L 9144 × H 2896 mm)
- 10 batteristrängar, där varje batteristräng består av 15 seriekopplade moduler (15S1P), 51,2 V – 314 Ah
- 5 strängar är anslutna till en DC-samlingsskena (DC combiner) Total batterienergi: 2,411 MWh
- Två PCS (Power Converter Systems av fabrikat Sinexcel, 500kW

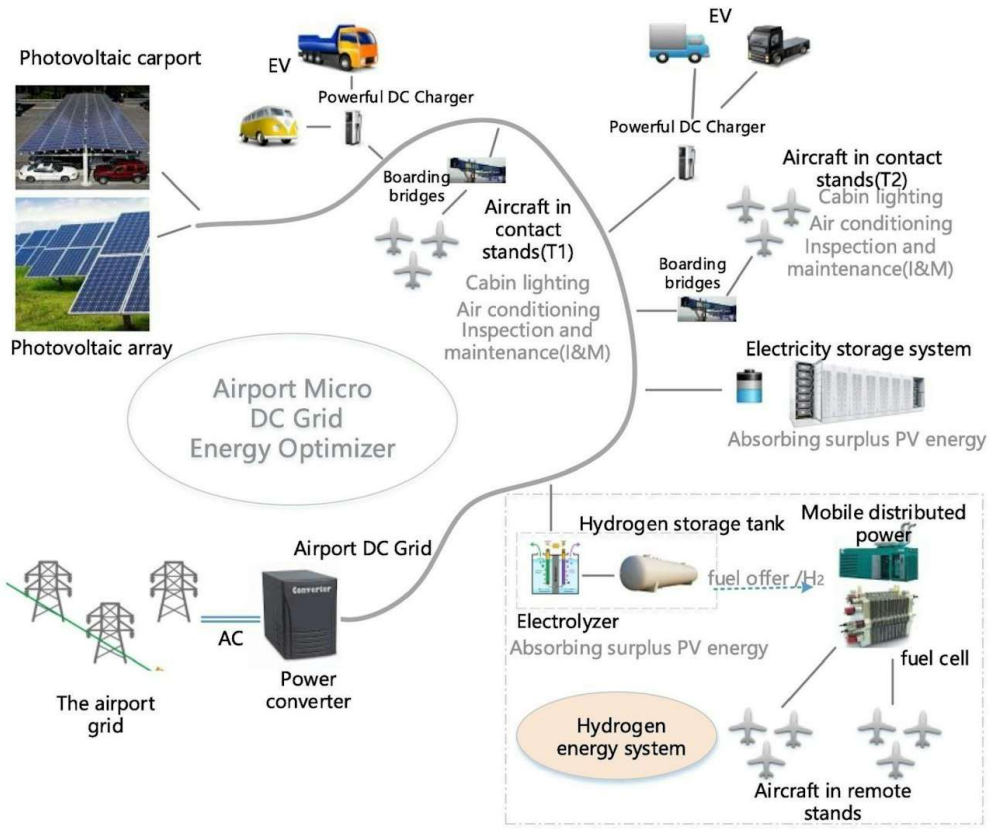
Till detta tillkommer markarbeten.

Figur 20. Exempel på BESS-layout.

6.5 Lokalt DC-nät

Ett annat potentiellt lovande sätt att framtidssäkra flygplatsens elsystem är att investera i ett lokalt likströmsnät (DC-nät). Även om mycket få flygplatser idag använder DC-nät överhuvudtaget, bortsett från små lokala laddpunkter för elfordon (EV), kan införandet av DC-infrastruktur ge större flexibilitet och möjliggöra integrering med olika DC-baserade system, såsom energilager eller solcellsanläggningar (PV). Ett lokalt DC-nät kan också förbättra den övergripande systemeffektiviteten genom att minska behovet av AC/DC-omvandlingar. Investeringen är kostsam och bör föregås av en förstudie med tekniska förutsättningar och nytto-kostnadskalkyl. Troligen är detta något som kan övervägas först i fas

tre (3) av flygplatsens elflygutveckling då det kräver en betydande volym av elflygtrafik och att flygplatsen etablerat sig som en lokal energihub för att det ska vara lönsamt.



Figur 21. Princip för lokalt DC-nätverk (Techno-economic design of energy systems for airport electrification, Yue Xiang, 2021).

6.6 Sammanfattning elinfrastruktur

En strategi för utbyggnad av elinfrastrukturen kan sammanfattas enligt nedan.

	Fas 1	Fas 2	Fas 3
Laddutrustning	1 x mobil laddare 20–40 kW 1 x mobil laddare 250/350 kW	Fler mobila kW-laddare efter behov. Mobil Megawatt-laddning (lastbil med batteribank), ev. kompletterat med fast laddpunkt till en plats. Battery Thermal Management Cart	Fler mobila kW-laddare efter behov. Mobil Megawatt-laddning (lastbil med batteribank) ev. kompletterad med fast anslutning till en eller flera platser.
Övrig laddinfrastruktur	Mindre anpassningar i kabelskåp, ev. dragning av kablage till nya uppställningsplatser Uppvärmd hangar	Utbyggnad av mottagningsstation för att ansluta fler kablar Utbyggnad av transformatorstation med fler transformatorer Utbyggnad ställverk/fördelningsstation Utökning kabelskåp Översyn av kablage överföringsförmåga, längder etc. Uppvärmd hangar	Vid behov fortsatt utbyggnad enligt Fas 2 för att utöka kapaciteten
Solcellsanläggning	Ca 2 500 m^2	Ca 7 500 m^2	> 15 000 m^2
Energilager	1 MWh	4 MWh	>8 MW
Lokalt DC-nät			Kan övervägas om business case är positivt

Tabell 10. Strategi för utbyggnad av elinfrastruktur

7. Utveckling Landside

7.1 Lokalt IKN-nät

När flygplatsens infrastruktur för laddning av elflygplan i kombination med egen lokal produktion av solel och lagring i energilager nått en mogen nivå kan det vara intressant att titta på lösningar för att kunna sälja överskottsel till grannfastigheter. Genom ändringen i IKN-förordningen (2007:215) öppnar sig denna möjlighet.

Normalt krävs nätkoncession för att bygga elledningar mellan fastigheter. Undantag i IKN-förordningen gör det möjligt att bygga vissa nät utan koncession, exempelvis interna nät eller mikronät mellan byggnader och fastigheter.

IKN-förordningen listar undantag när elledningar får byggas utan nätkoncession. Exempel på relevanta undantag är;

- Ledningar inom ett avgränsat område
- Ledningar mellan elproduktion och energilagring
- Energidelning mellan fastigheter i mikronät

Bedömningen är att en flygplats kan bygga ett mikronät utan koncession mellan sig och grannfastigheter så länge det är inom ett avgränsat område och man i övrig följer elsäkerhetslagen (2016:732) och ellagen (1997:857). Ei (Energimarknadsinspektionen) kan ge bindande besked om tänkt mikronät omfattas av undantagen, det är dock inget krav att inhämta ett sådant besked.

Genom ändringen av IKN-förordningen öppnas möjligheten att dela/sälja överskottsel mellan fastigheterna i mikronätet. Det är viktigt att nätet ligger inom ett avgränsat område, det finns inget avstånd fastslaget men tidigare praxis i IKN har legat mellan 600–1400 m. IKN gäller dock inte om flygplatsen börjar fungera som ett elnätsbolag med för många externa kunder. Viktigt att tänka på är att om man bygger fel kan det vara brottsligt och leda till böter eller fängelse.

Sammanfattningsvis så bör flygplatsen inför ett projekt av denna typ:

1. Kontrollera om det tänkta mikronätet uppfyller kriterierna för att omfattas av IKN-undantag

2. Sök bindande besked från Energimarknadsinspektionen

3. Planera elsäkerhet och ansvar. Se till att uppfylla elsäkerhetslagen och att anläggningen har tydlig ägare och ansvarsfördelning.

4. Fundera över hur prissättning och kostnadsfördelning ska fungera inom mikronätet.

5. Ta reda på vad som gäller skattemässigt. Baserat på rättspraxis ska lokal energidelning inte belastas med energiskatt i vissa fall.

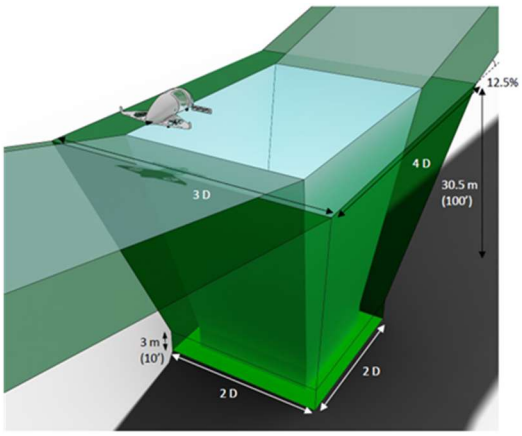
7.2 Vertiport

En vertiport är själva start och landningsplatsen för eVTOLs och kan liknas vid en helikopterflygplats. För en sömnlös övergång mellan eVTOL och elflyg (eller konventionellt flyg) bör vertiporten vara belägen på eller i direkt anslutning till flygplatsområdet, allra helst på airside. Men då resenärer som anländer till flygplatsen med eVTOLs ofta inte kommer vara säkerhetskontrollerade kan det vara en fördel att vertiporten anläggs på flygplatsens landsida i direkt anslutning till terminalbyggnaden, dvs inom det område som idag ofta utgörs av bilparkeringar. Därifrån kan resenären sedan via en kort väderskyddad promenad ta sig vidare in i terminalbyggnaden för incheckning och säkerhetskontroll. Det blir också en mindre komplex lösning i linje med hur eVTOLs sannolikt kommer användas till en början – som en ersättning till marktransporten till/från flygplatsen. En möjlighet är att i framtiden omvandla markparkeringar till parkeringshus med en vertiport på taket. Då får man en sammanhållen lösning som inte tar mer markyta i anspråk.

EASA har tagit fram en handbook för vägledning i utformning av vertiports – *Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category (PTS-VPT-DSN).*

Dessa regler anger bl.a. dimensioner på landningsplatsen och skyddande hinderytor runt vertiporten och kan ge en del stöd i val av plats.

Laddning av eVTOLs kommer också kräva betydande effekter. För närvarande är det svårt att bedöma vilka eVTOLs som kan bli aktuella och därmed tekniska data på batterikapaciteter mm. För Volocopter Volocity nämns batterikapacitet på 75 kWh och laddeffekter upp till ca 100 kW som exempel.



Figur 22. EASA:s specifikationer för vertiports

Vid planeringen av läge för framtida vertiports bör flygplatsen ta hänsyn till:

- Närhet till terminal och marktransporter, till exempel upphöjt på tak

- Egna uppställningsplatser och laddpositioner, skiljt från flygplatsens övriga flygtrafik
- Möjliggöra snabbladdning med korta turnaround-tider
- Möjliggöra dedikerade in- och utflygningskorridorer, oberoende av annan flygtrafik
- Underlätta implementeringen av ev. framtida säkerhetskrav i takt med att eVTOL-trafiken utvecklas.
- Skalbar, utbyggnadsbar lösning för framtida behov av flera uppställningsplatser etc.
- Vindförhållandena på platsen, särskilt beakta risken av turbulens inducerad av stora byggnader (t.ex. hangarer), terräng etc.
- Bullerexponering
- Brand- och räddningstjänst

Regelverk för brand- och räddningstjänst på vertiports saknas ännu. Även om krav på brand och räddning inte kommer finnas på samma sätt som på en flygplats bör man ta fram en plan för hur en eventuell insats ska genomföras, kyl- och släckstrategier för batteribränder och elsäkerhetszoner kring laddare och uppställningsplatser mm.

Anläggandet av en vertiport kan kräva ett nytt miljötillstånd, en process om kan ta lång tid och därför bör påbörjas i god tid.

Energiinfrastrukturen för eVTOLs bör integreras med övrig laddinfrastruktur genom:

- Anslutning till flygplatsens energilager (BESS)
- Stöttas med lokal grön elproduktion från solceller
- Gemensam DC-infrastruktur där så möjligt
- Smart energistyrning så att eVTOL-laddning kan prioriteras under korta tidsluckor och nattperioder användas för lågeffekt-laddning och återladdning av energilager.

8 Regelverk och flygsäkerhetsrisker

Flygplatser i Sverige är certifierade enligt EU-förordning 139/2014. Transportstyrelsen är den myndighet i Sverige som utövar tillsyn av certifierade flygplatser. Även om EU-förordningen inte i detalj reglerar krav på laddinfrastruktur innehåller de krav gällande hur förändringar i flygplatsens anläggningar, infrastruktur, utrustning mm ska hanteras. Om förändringen kan påverka certifieringsgrunden krävs ett förhandsgodkännande av Transportstyrelsen. Flygplatsen måste alltid genomföra en riskanalys av förändringen där eventuella risker identifieras och vid behov vidta riskreducerande åtgärder så att en lika hög eller bättre flygsäkerhetsnivå kan bibehållas. För en utbyggnad av flygplatsens elinfrastruktur rekommenderas att Transportstyrelsen informeras tidigt i planeringsskedet för att klarlägga myndighetens förväntningar på flygplatsen och redovisning av förändringsarbetet. För elarbeten och elinstallationer finns även Elsäkerhetsverkets och andra myndigheters föreskrifter som flygplatsen måste förhålla sig till.

Vid installationer på flygplatser finns en rad olika flygsäkerhetsaspekter att ta hänsyn till både vid projektering och lokalisering av elanläggningarna men också under själva genomförande av arbeten och senare drift av anläggningen. Denna Masterplan belyser några vanliga flygsäkerhetsaspekter som kan påverka var på flygplatsområdet laddinfrastruktur kan placeras. Beskrivningen är dock generell och flygplatsen måste alltid göra en egen analys efter sina unika förutsättningar.

Exempel på krav som ska vara uppfyllda:

- Hinderbegränsande ytor inklusive stråkytor, RESA och clearway får ej genomträngas
- Ej inom skyddsavstånd till CNS och MET-system
- EMC-standarder och gränsvärden
- Säkerhetsavstånd till flygplans vingspetsar och nosparti under taxning och parkering
- Inte påverka möjligheten till räddningsinsats eller responstider

Exempel på risker	Riskreducerande åtgärder
Laddstationer utgör hinder	Får ej placeras så att de blockerar eller hindrar taxande eller hovrande luftfartyg eller verksamheten på plattan. Minsta säkerhetsavstånd till flygplans vingspetsar och hjul ska kunna upprätthållas. Får ej placeras så att hinderbegränsande ytor eller banstråk genomträngs. Får ej placeras inom skyddsområden för CNS/MET-utrustning. Laddkablar mellan laddare och flygplan ska kunna dras fram utan att blockera eller hindra andra luftfartyg eller verksamhet.

	Får ej placera så att insatstiden för räddningstjänsten påverkas. Ev. kan laddstationer behöva markeras med färg eller ljus för att synas tydligt i alla väderförhållanden. För att skyddas från påkörning av markfordon kan fasta laddstationer behöva skyddande pollare eller upphöjda plattformar.
EMC-störning	Laddinfrastruktur får inte placeras så att den kan ge upphov till EMC-störningar mot flygplatsens CNS-system eller parkerade flygplans radio- och navigationsutrustning. Elflygplan i sig själva ger upphov till EMC-störningar, påverkan på flygplatsens CNS-system behöver beaktas vid val av parkeringsplatser. Mätningar kan behöva genomföras för att säkerställa att gränsvärden inte överskrids.
Överhettning, gnistbildning och brand i laddare, flygplansbatterier och energilager	Placering och utformning av laddstationer eller energilager ska göras så att gnistbildning eller brand begränsas och inte sprids till parkerade luftfartyg, pågående tankning av konventionella luftfartyg etc. Tillräckliga säkerhetsavstånd måste upprättas och möjligheter att snabbt avbryta laddning finnas. Laddare måste vara skyddade från väder och extrema temperaturer. Brand- och räddningstjänstens insatsrutiner måste uppdateras att omfatta insatser vid brand i laddstationer.
Högspänningsanläggningar, elchock	För att minska risken för elchocker ska Elsäkerhetsverkets föreskrifter följas. Komponenter med högspänning ska installeras i skyddade utrymmen med tillträde enbart för behörig personal.
Fågel och vilt	Placering av installationer ska beakta risken för ökad attraktion av fågel och/eller vilt.
Nya rutiner för markpersonal	Laddstationer innebär nytt handhavande för marktjänsten. Nya rutiner behöver upprättas och träningsprogram utformas i handhavande under normal drift, onormal drift och nödsituationer.

Tabell 11. Exempel på risker och riskreducerande åtgärder

9. Slutsatser och rekommendationer

Elektrifieringen av luftfarten innebär ett strukturellt skifte för flygplatsernas roll, funktion och energibehov. För Sveriges regionala flygplatser innebär utvecklingen både nya utmaningar och betydande möjligheter. Även om elflygets marknadsgenombrott sannolikt kommer ske stegvis och med osäker tidshorisont, kräver förberedelserna framförhållning, strategiska vägval och tidig samordning med ett stort antal aktörer.

Flygplatsernas största utmaning är inte den totala energimängden, utan de höga och kortvariga effekttoppar som uppstår vid laddning av elflygplan, särskilt i kommersiell trafik med korta turnaround-tider. Detta ställer nya krav på nätanslutning, intern eldistribution och effektbalansering. För många regionala flygplatser innebär introduktionen av elflyg att man går från att vara relativt små elförbrukare till att bli betydande effektkunder i elsystemet.

Osäkerheten kring teknik, certifiering, affärsmodeller och tidslinjer gör det olämpligt att planera utifrån fasta årtal. I stället ger den föreslagna fasindelade modellen – från tidig introduktion av lätt allmänflyg till etablerad regional linjetrafik – ett underlag för stegvis utveckling. Den möjliggör investeringar som är proportionerliga mot faktisk efterfrågan och ger utrymme för lärande och anpassning över tid.

En annan slutsats är att flexibilitet och skalbarhet bör prioriteras i alla tidiga investeringar. Modulära laddlösningar, i synnerhet mobila laddare och användning av energilager, ger flygplatser möjlighet att hantera osäkra trafikvolymer och samtidigt begränsa behovet av kostsamma nätförstärkningar i ett tidigt skede. Energilager kan dessutom användas för flera ändamål, såsom reservkraft, effektutjämning och integration av lokal elproduktion.

Flygplatser har goda förutsättningar att utvecklas till lokala energihubbar. Genom kombinationen av laddinfrastruktur, energilager och solcellsanläggningar kan flygplatser inte bara stödja elflygets utveckling utan även bidra till lokal och regional elektrifiering av transporter och öka robustheten i energisystemet. Detta kan på sikt skapa nya intäktsmöjligheter och stärka flygplatsens roll i samhällets klimatomställning.

Mot denna bakgrund kan följande övergripande rekommendationer ges:

- ➔ Påbörja arbetet tidigt med kartläggning av befintlig elinfrastruktur och dialog med lokal nätägare för att tydliggöra möjlig effektutveckling, ledtider och kostnadsbild.
- ➔ Använd en fasindelad och behovsbaserad planeringsmodell snarare än tidsbaserade prognoser.
- ➔ Prioritera flexibla, modulära och utbyggnadsbara lösningar för laddning och energiförsörjning i tidiga skeden.
- ➔ Utvärdera energilager och lokal elproduktion som strategiska investeringar för effektbalansering, driftsäkerhet och framtida affärsmodeller.
- ➔ Integrera flygsäkerhet, EMC-frågor, brand- och räddning samt myndighetskrav tidigt i planeringen och för en kontinuerlig dialog med Transportstyrelsen och andra berörda myndigheter.¨
- ➔ Planera för korta, enkla passagerarflöden till/från elflygplanen. Utred möjligheten att anlägga en dedikerad elflygterminal.

Sammanfattningsvis bedöms regionala flygplatser som påbörjar planeringen i tid, arbetar stegvis och samverkar brett ha goda möjligheter att möta elflygets krav på ett kostnadseffektivt och framtidssäkert sätt – och samtidigt stärka sin roll i ett mer hållbart transportsystem.

Bilaga – Checklista förberedelser

Checklistan nedan är avsedd som ett praktiskt arbetsverktyg för regionala flygplatser som vill förbereda sig för introduktion och successiv uppskalning av elektrifierad luftfart. Den följer en logisk ordning från tidiga strategiska förberedelser till genomförande och drift och kan användas som underlag i planering, uppföljning och intern styrning.

Nr	Aktivitet	Planerat	Genomfört	Kommentar / Referens
	Strategi och inriktning			
1	Fastställ flygplatsens övergripande ambition för elektrisk luftfart			
2	Identifiera flygplatsens framtida roll (allmänflyg, taxi, linjetrafik, eVTOL)			
3	Utse intern ansvarig funktion för elflygsfrågor			
4	Säkerställ lednings- och styrelseförankring			
5	Integrera elflyg i flygplatsens långsiktiga utvecklingsplan			
6	Kartlägg beroenden till parallella initiativ (elektrifiering av markfordon, solceller m.m.).			
7	Identifiera möjliga samverkansparter (kommun, region, nätägare, operatörer			
8	Fastställ initial strategi för stegvis införande			
	Kartläggning nuläge – el och infrastruktur			
9	Inventera befintlig nätanslutning och abonnemang			
10	Fastställ aktuell effektförbrukning och marginal			
11	Identifiera tekniska begränsningar i mottagningsstation			
12	Inventera transformatorer, ställverk och kabelskåp			
13	Bedöm kablars överföringskapacitet och möjliga utbyggnader			
14	Kartlägg eldistribution till plattor och uppställningsplatser			
15	Identifiera tekniska flaskhalsar			
16	Utvärdera elnätets kapacitet och potentiella effekttoppar: Beakta att varje kW i effekttopp kostar ca 25–100 kr/månad (2026) vilket snabbt driver upp driftskostnaden			
17	Dokumentera nulägesanalysen			
	Dialog med externa aktörer			
18	Inled dialog med lokal nätägare			
19	Utred möjlig framtida effekthöjning och tidplan			

Nr	Aktivitet	Planerat	Genomfört	Kommentar / Referens
20	Bedöm behov av nätförstärkningar och möjliga utbyggnader			
21	För dialog med lokala flygoperatörer om deras framtida planer.			
22	Kontakta tillverkare av elflygplan			
23	Kontakta leverantörer av ladd- och energilösningar			
24	Säkerställ samverkan med kommun/region kring finansiering och markfrågor			
25	Identifiera sannolika flygplanstyper i olika faser			
	Energiprognos och effektbehov			
26	Fastställ antaganden om batteristorlekar och laddeffekter			
27	Fastställ krav på turnaround-tider			
28	Beräkna effektbehov per flygplan			
29	Beräkna behov av samtidiga laddningar			
30	Fastställ dimensionerande peakeffekt			
31	Uppskatta dagligt energibehov			
32	Ta fram preliminär belastningsprofil			
33	Identifiera behov av effektmarginaler och säkerhetsfaktorer.			
	Tekniska lösningar och layout			
35	Välj principlösning för laddning (mobil/stationär)			
36	Identifiera lämpliga uppställningsplatser			
37	Säkerställ säkerhetsavstånd på plattan			
38	Utred påverkan på passagerarflöden och behov av separat hantering av elflygsresenärer, dedikerad elflygterminal etc.			
39	Utvärdera behov av högeffektsladdning			
40	Bedöm behov av Battery Thermal Management utrustning och uppvärmda hangarplatser			
41	Utred behov och placering av energilager (BESS)			
42	Utred behov och placering av lokal solenergiproduktion			
43	Bedöm behov av framtida DC-nät eller mikronät			
44	Utred placering av framtida vertiport och dess påverkan på flygplatsen			
	Flygsäkerhet, regelverk och myndigheter			

Nr	Aktivitet	Planerat	Genomfört	Kommentar / Referens
44	Genomför flygsäkerhetsanalys för planerade förändringar			
45	Utred risk för EMC-störningar mot CNS-system			
46	Säkerställ brandskydd och räddningsberedskap			
47	Informera Transportstyrelsen tidigt om planerade förändringar			
48	Säkerställ efterlevnad av elsäkerhets- och arbetsmiljökrav			
49	Identifiera miljöaspekter som kräver involvering av Länsstyrelsen eller andra myndigheter			
	Genomförande och drift			
50	Ta fram genomförandeplan med etapper, kostnader och ansvar			
51	Säkerställ finansiering och affärsmodell för laddinfrastruktur			
52	Upphandla laddutrustning och eventuella energilager			
53	Projektering och upphandling av mark- och elarbeten			
54	Genomför mark- och elarbeten samt driftsättning			
55	Utbilda flygplatspersonal och uppdatera operativa rutiner			
56	Följ upp, utvärdera och revidera planen löpande i takt med marknadens utveckling.			