

Kvalitativ jämförelse av markutrustning anpassad för spänningsmatning för flygfält

Jukka Aalto

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Elektroteknik
Identifikationsnummer:	7214
Författare:	Jukka Aalto
Arbetets namn:	Kvalitativ jämförelse av markutrustning anpassad för spänningsmatning för flygfält
Handledare (Arcada):	Rene Herrmann
Uppdragsgivare:	Cavotec Finland Ab
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med detta arbete är att ta reda på vilka urvalskriterier flygfältet ställer på sin markutrustning som används vid spänningsmatning för flygplan. Urvalskriterierna jämförs sedan med varandra och resultaten är i tabeller eller grafer så att läsaren lätt skall se skillnaderna mellan de olika markutrustningarna.</p> <p>Markutrustningarna som jämförs i arbetet är produkter som företaget Cavotec erbjuder sina kunder. Markutrustningarna som används i arbetet är indelade i 2 huvudgrupper; underjordiska och ovanjordiska. Till gruppen underjordiska hör "Mini-hatch Pit", "Hatch Pit" och "Pit Pop-up". De ovanjordiska är "Bullhorns", "Scissors", "Power-Caddy", "Hoist", "Mini-coil" och "Coil".</p> <p>Urvalskriterierna som jämförs i arbete är utvalda så att endast de mest relevanta för flygfält är inkluderade. Urvalskriterierna som används i arbetet är spänningsmatning, klimatzon, position av flygplansparkering, passagerarbryggans typ, kostnad och livslängd.</p> <p>Arbetet är gjort för Cavotec Finland Ab för att underlätta försäljarnas samt företagets kunder att lätt kunna jämföra de olika markutrustningarna, och därefter välja den optimala utrustning som motsvarar deras egna behov.</p> <p>Källorna i arbetet består största delen av litterära produktkataloger och manualer för flygplan samt flygfält men också elektroniska källor är använda.</p>	
Nyckelord:	Cavotec, GPU, APU, flygplan, flygfält
Sidantal:	40
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Electrical engineering
Identification number:	7214
Author:	Jukka Aalto
Title:	Kvalitativ jämförelse av markutrustning anpassad för spänningsmatning för flygfält
Supervisor (Arcada):	Rene Herrmann
Commissioned by:	Cavotec Finland Oy
<p>Abstract:</p> <p>The purpose of this work is to find out what criteria the airfields put at their ground equipment that is used in power supplies for aircraft. The selection criteria are then compared with each other and the results are in tables or graphs so that the reader should easily see the differences between the various ground equipment.</p> <p>Ground-equipment which is used in the compares are products that the company Cavotec is offering their customers. The equipment used in the thesis is divided into two main groups, underground and above ground. The group of underground consists of three different equipment, "Mini-Hatch Pit", "Hatch Pit" and "Pit Pop-up". The above ground equipment is "Bull Horn", "Scissors", "Power-Caddy," "Hoist", "Mini-Coil" and "Coil".</p> <p>The selection criteria being compared in the work are selected so that only the most relevant for airports are included. The selection criteria are characteristics of power supply, climate zone, the position of aircraft parking, passenger bridge type, cost and longevity.</p> <p>The work is done for Cavotec Finland Ltd to facilitate the company's dealers and customers to easily compare the various ground equipment, and then choose the optimal equipment to meet their own needs.</p> <p>The sources of the work consists mostly of literary product catalogs and manuals for aircraft and airfields, but also electronic sources are used.</p>	
Keywords:	Cavotec, GPU, APU, flygplan, flygfält
Number of pages:	40
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

INNEHÅLL

FÖRORD	8
INLEDNING	9
1 Bakgrund	9
1.1 Syfte	9
1.2 Avgränsning.....	9
2 Spänningsmatning för flygplan	10
2.1 Allmänt.....	10
2.2 Kablage	11
2.2.1 Dimensionering	11
2.2.2 Kabel 1x70 mm ² + 4x1.0 mm ²	12
2.2.3 Kabel 7x35 mm ² + 6x4x1 mm ²	12
3 Markutrustning för spänningsmatning	13
3.1 Ovanjord markutrustning.....	13
3.1.1 "Hoist".....	14
3.1.2 "Scissors".....	15
3.1.3 "Power Caddy".....	16
3.1.4 "Coil"	17
3.1.5 "Mini-Coil"	18
3.1.6 "Bullhorns"	19
3.2 Underjordisk markutrustning	20
3.2.1 "Mini-hatch".....	21
3.2.2 "Pit hatch".....	22
3.2.3 "Pit pop-up".....	23
4 Urvalskriterier	24
4.1 Klimat.....	24
4.1.1 Tropiska Zonen.....	25
4.1.2 Arida zonen	25
4.1.3 Varmtempererande zonen.....	26
4.1.4 Kalltempererande zonen	26
4.1.5 Polara zonen	26
4.2 Spänningsmatning.....	27
4.3 Parkering	28
4.3.1 Passagerarbrygga	28

4.3.2 Avlägsen parkering.....	29
4.3.3 Avlägsen genomkörning.....	29
4.3.4 Hangar.....	29
5 Kvalitativ jämförelse.....	30
5.1 Underjordiska markutrustningar	30
5.2 Ovanjordiska markutrustningar	33
6 Resultatredovisning	37
6.1 Helsingfors-Vanda flygstation.....	37
6.2 Dubai internationella flygstation	37
7 Sammanfattning.....	39
Källor	40

Figurer

Figur 1. Schema över inkopplingen

Figur 2. $4 \times 1 \times 70 \text{ mm}^2 + 4 \times 1.0 \text{ mm}^2$ 400 Hz kabel

Figur 3. Kabel av typ $7 \times 35 \text{ mm}^2 + 6 \times 4 \times 1 \text{ mm}^2$ 400 Hz

Figur 4. Fyra stycken "Hoist"-system installerade vid en passagerarbrygga.

Figur 5. "Scissors"-systemet anslutet till ett flygplan

Figur 6. "Power caddy" kopplad till ett flygplan.

Figur 7. Två stycken motordrivna "coil"-vindor under en passagerarbrygga.

Figur 8. Två stycken motordrivna "coil"-vindor installerade under en rörlig passagerarbrygga

Figur 9. "Mini-Coil" installerad under en passagerarbrygga

Figur 10. "Bullhorns"

Figur 11. Till vänster "Mini-hatch" med luckan öppen, till höger "Pit-hatch"

Figur 12. "Pit hatch" med luckan öppen

Figur 13. "Pit pop-up"-system med 2 st. flygplansmatningar, 1 st. 230 V trefas-uttag och 1 st. 230 V enfas-uttag

Figur 14. Jordens klimatzoner (Wikipedia, klimat. 2010)

Figur 15. Två stycken 400Hz anslutningspluggar kopplade till ett flygplan

Figur 16. Kostnadsgraf för underjordiska markutrustningarna

Figur 17. Kostnadsgraf för ovanjordiska markutrustningarna

Tabeller

Tabell 1. Klimatzon för underjordiska markutrustningar

Tabell 2. Spänningsmatning för underjordiska markutrustningar

Tabell 3. Position av parkering för underjordiska markutrustningar

Tabell 4. Kostnad för underjordiska markutrustningar

Tabell 5. Uppskattade livslängder för underjordiska markutrustningar

Tabell 6. Klimatzon för ovanjordiska markutrustningar

Tabell 7. Spänningsmatning för ovanjordiska markutrustningar

Tabell 8. Position av parkering för ovanjordiska markutrustningar

Tabell 9. Passagerarbryggans typ för ovanjordiska markutrustningar

Tabell 10. Kostnad för ovanjordiska markutrustningar

Tabell 11. Uppskattade livslängder för underjordiska markutrustningar

FÖRORD

Jag vill tacka alla som hjälpt och stött mig under detta arbete. Ett stort tack till min handledare Rene Hermann från Arcada och ingenjör Peter Grönholm från Cavotec.

INLEDNING

1 BAKGRUND

Flygande är ett snabbt och effektivt sätt att resa från ett ställe till ett annat. Under förra århundradet har flygtransporten vuxit oerhört. Nu finns det fler flygfält och flygplan i luften än någonsin förut, vilket innebär att vi måste tänka på att minimera utsläpp och buller samtidigt som säkerheten måste vara på en bra nivå.

Det här arbetet är gjort för Cavotec Finland Ab. Cavotec är ett internationellt företag som har flera olika tillverkningsfabriker och försäljningskontor runt om i världen. I Finland har Cavotec ett försäljningskontor med åtta anställda. Detta examensarbete handlar om markutrustning för flygfält som tillverkats i fabriken Cavotec Fladung i Tyskland. Cavotec Fladung är specialiserad specifikt på att tillverka olika markutrustningar för flygfält.

1.1 Syfte

Syftet med detta arbete är att studera urvalskriterier som tillfredställer de kriterier som flygfält ställer vid val av utrustning, och på basis av dem göra jämförelser på olika markutrustningar. Jämförelsen görs för att underlätta valet av optimal spänningsmatningsutrustning till olika anläggningar och användningsområden på flygfält runt om i världen.

1.2 Avgränsning

I arbetet tas endast upp företaget Cavotecs produkter. Produkterna begränsas till markutrustningsprodukter som är utvecklade för att underlätta arbetet inom spänningsmatning till flygplan, inte luft- eller vattenmatning. Jämförelsen kommer

endast att inkludera de produkter som motsvarar egenskaper vilka är relevanta för flygfält.

2 SPÄNNINGSMATNING FÖR FLYGPLAN

Nedan kortfattas de relevanta aspekterna som bör beaktas när det gäller spänningsmatning avsedd för flygplan. I kapitlet beskrivs hur spänningsmatningen för flygplan fungerar i praktiken. Vilka sorters kablar används vid spänningsmatning till flygplanen tas också upp.

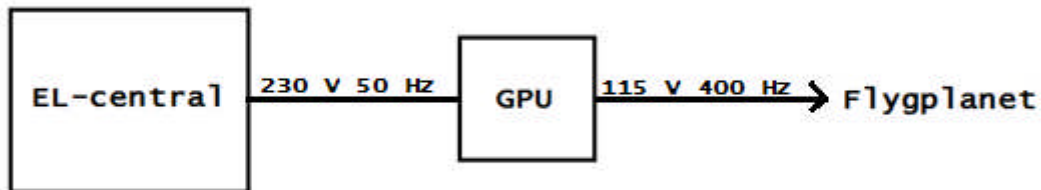
2.1 Allmänt

Varje turbinflygplan använder en liten akterturbin, en s.k. "APU" (Auxiliary Power Unit), som fungerar som en generator för att producera el ombord på flygplanet. När flygplanet har landat ansluts det i sin tur till flygfältets markanslutning "GPU" (Ground Power Unit) (Se Figur 1). Eftersom GPU är ett mer ekonomiskt och miljövänligt system jämfört med APU. När GPU är ansluten stängs APU av. När planet har landat och har anslutits till GPU och APU inte längre är i gång sparar flygbolaget pengar eftersom energiförbrukningen minskar. Med att ansluta flygplanet till GPU minskar också bullret samt utsläpp.

På grund av att det finns två olika typer av flygplansmotortyper finns det också två olika globala spänningsmatningsstandarder för flygplan. Den ena typen av standarden är för flygplan som är försedda med jetmotorer. Elnätet på dessa flygplan är ett trefas växelströmssystem vars frekvens är 400 Hz och spänningen i systemet är 115 V mellan fas och jord. Det andra är propellerflygplan vars elnät ombord är ett likströmsnät med spänningen 28 V. Arbetet beaktar endast motortypen för jetplan eftersom propellerflygplansteknologi är föråldrad och användningen av dem minskar hela tiden.

Det allmännaste sättet att sköta spänningsmatningen till jetflygplan går ut på att markpersonalen bär matningskablar från GPU till flygplanet. Det här sättet är gammalmodigt men används fortfarande vid de flesta mindre flygfält och hangarer. Kablarna kan väga upp till 3 kg/m och avståndet mellan GPU och flygplanet kan vara tom. 60 m, vilket leder till att markpersonalens arbetsbörda är fysiskt tung. För att

underlätta markpersonalens arbetsbörda har man utvecklat markutrustning som underlättar marpersonalens arbete.



Figur 1. Schema över inkopplingen

2.2 Kablage

Vid spänningsmatning till ett jetflygplan används det specialkonstruerade kablar som är mycket flexibla, tål smörjolja, fotogen, och avisningsvätska. Dessutom är kablarna utrustade med en specialmantel som har hög tålighet mot abrasion. Kablarna för jetmotorförsedda flygplan används inte för att starta turbinerna, eftersom turbinerna startas upp med tryckluft. Det innebär att dessa kablar endast utnyttjas för att ladda akkumulatorer och för strömförsörjning för elsystemet ombord.

2.2.1 Dimensionering

Vid dimensionering av flygplanskablar måste man beakta avståndet från GPU till flygplanets anslutningsuttag eftersom spänningsfallet stort vid en frekvens på 400 Hz är i förhållandet till det vanliga 50 Hz. Största delen av jetflygplanen har ett över-/underspännings skydd som inte accepterar matningen om matningsspänningen har ett spänningskast över eller under 3 V.

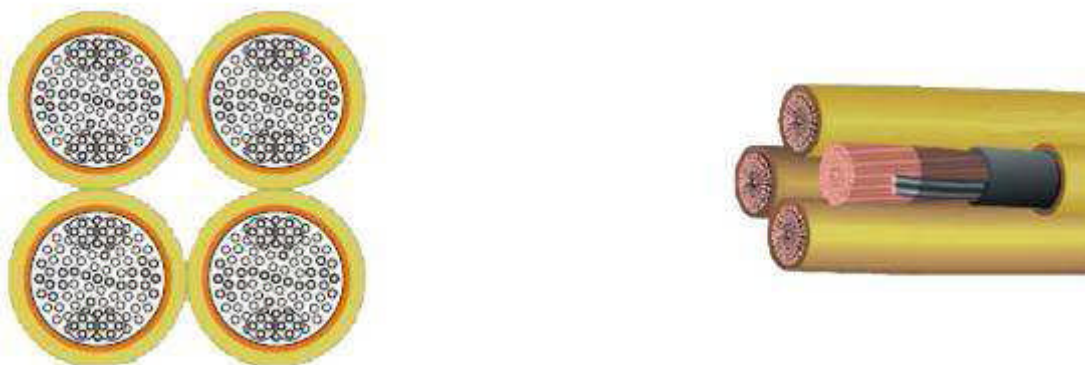
2.2.2 Kabel 1x70 mm² + 4x1.0 mm²

Den mest använda kabeltypen vid manuell spänningsmatning för jetmotor försedda flygplan är en 1x70 mm² + 4x1.0 mm². Ett kabelknippe består av fyra stycken kablar av tjockleken 70mm² för varje fas och för noll.

Fördelar som ett kabelknippe har är att det är flexibelt och kan lagras eller vindas in i ett litet utrymme, det är också orsaken till att de används vid de underjordiska marutrustningarna.

Eftersom de fyra kablarna har en egen mantel är spänningsfallet stort vilket leder till att rekommendationen är att den maximala längden från GPU till flygplanets anslutningsuttag är 20 meter.

I bild 1 ser vi en kabel 4x1x70 mm² + 4x1.0 mm² 400 Hz med fyra integrerade signalledare. Max. Spänning U_o/U=0,6/1 KV. Max. Ström = 270 A Diameter = 20,5 + /-1.0 mm.



Figur 2. 4x1x70 mm² + 4x1.0 mm² 400 Hz kabel

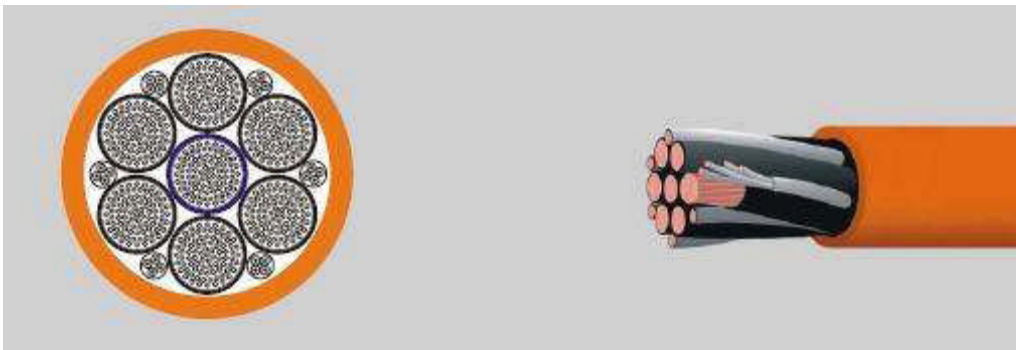
2.2.3 Kabel 7x35 mm² + 6x4x1 mm²

Matningskabeln i en kabelvinda måste vara rund och ytterst flexibel. Därför använder utrustningarna oftast en 7x35 mm² + 6x4x1 mm² kabel som är specialgjord för användning i kabelvindor.

Det totala spänningsfallet med denna kabelmodell är mindre eftersom alla ledarna är inne i samma mantel och nära varandra. Det rekommenderade maximala avståndet från GPU till flygplanets anslutningsuttag är 60 m.

Nackdelen med denna typ av kablar är att de inte är så flexibla och väger mera vilket leder till att de endast används vid motordrivna kabelvindor var själva arbetet sköts av en motor.

I bild 2 ser vi en kabel av typ $7 \times 35 \text{ mm}^2 + 6 \times 4 \times 1 \text{ mm}^2$ 400 Hz med ledarresistans vid $20^\circ\text{C} = 0,565 \text{ Ohm/km}$. Kabelns yttermantel är halogenfri och har en diameter = 42,5 mm. Max spänning $U_0/U = 0,6/1 \text{ KV}$. Max. ström = 270 A



Figur 3. Kabel av typ $7 \times 35 \text{ mm}^2 + 6 \times 4 \times 1 \text{ mm}^2$ 400 Hz

3 MARKUTRUSTNING FÖR SPÄNNINGSMATNING

Markpersonalens arbete på ett flygfält är fysiskt tungt. Arbetet är fysiskt tungt eftersom matningskablarna måste släpas från GPU till flygplanet. Cavotec erbjuder produkter för att underlätta markpersonalens arbete. Markutrustningarna som jämförs i arbetet är indelade i två huvudgrupper, ovan- och under jord.

3.1 Ovanjord markutrustning

Som namnet säger är ovanjord en grupp var alla ovanjordiska markutrustningar ingår, dessa är "Hoist", "Scissors", "Power Caddy", "Mini-coil", "Coil" och "Bullhorns". En ovanjord markutrustning installeras oftast nära en passagerarbrygga var GPU ligger.

3.1.1 "Hoist"

"Hoist"-systemet är ett kostnadseffektivt och enkelt sätt att mata kabeln till flygplanet. Det här systemet stöder en till och med 30 meter lång kabel. Kabeln hänger på tre byglar vilka är fästa i en triangelformad metallställning. Triangeln i sin tur är fäst i en vajer som kan vinschas upp och ner med hjälp av en elmotor (figur 4). Elmotorn styrs från en knapp-panel som opereras av markpersonalen från marknivån. (Šimek. 2007)

Ifall passagerarbryggans väggar är gjorda av glas är det inte rekommenderat att använda den här anläggningen eftersom en stark vind kan skjuta den triangelformade triangeln i fönstret och leda till att fönstret spricker eller går sönder.



Figur 4. Fyra stycken "Hoist"-system installerade vid en passagerarbrygga.

3.1.2 "Scissors"

"Scissors" är en kombination av ett fast och ett mobilt system på hjul. Ena ändan är fäst i vid GPU och den andra är lätt att flytta närmare flygplanet via ett system av sicksackarmar (figur 5). Scissors finns att få i olika längder: 8 m, 12 m, 16 m, 20 m och 24 meter. Det här systemet är ändå inte så populärt p.g.a. den tar stor plats på fältets markyta och möjligtvis hindrar trafik samt att det är klumpigt att hantera. Scissors rekommenderas inte att användas i polara eller kalltempererade flygfält eftersom hjulen på utrustningen är små och har bevisat orsaka problem med att rulla i snö. (Šimek. 2007)



Figur 5. "Scissors"-systemet anslutet till ett flygplan

3.1.3 "Power Caddy"

"Power Caddy"-systemet utvecklades för att underlätta hanteringen av långa kablar på flygfältet. Systemet är lätt att använda p.g.a. dess konstruktion så att en person klarar ensam av att hantera det. Livslängden hos matningskablarna är längre med Power Caddyn, vilket beror på att kabeln inte släpas på asfalten utan vindas in och ut på en kabelvinda som är monterad på en vagn (figur 6). Power Caddyn är ett fullt mobilt system vars egenskaper kan väljas enligt flygfältets behov. Behoven kan vara t.ex. kabelns längd, motordriven eller manuellt manövrerad kabelvinda samt antalet kablar som skall opereras samtidigt. Power Caddyn drivs med en 24 V DC-motor. Den körs både framåt och bakåt samtidigt som kabeln vindas in eller ut. Tack vare batteriet som finns i Power Caddyn kan man använda vindan två timmar kontinuerligt, varefter den måste laddas. Eftersom Power Caddyn är försedd med ett batteri är det inte rekommenderat att använda den i ett kallt klimat. Eftersom Power Caddyn rör sig fritt på marken är det en ypperlig reservanläggning vid ett fall när det görs service på en annan markutrustning. (Šimek. 2007)



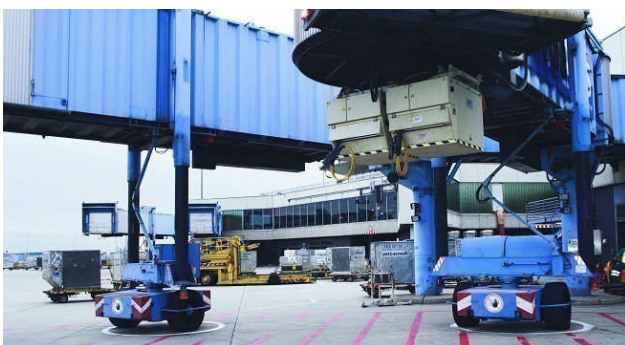
Figur 6. "Power caddy" kopplad till ett flygplan.

3.1.4 "Coil"

"Coil" är en motordriven kabelvinda. Denna utrustning kan installeras under passagerarbryggan på en fot (figur 7), Coil vindan kan också installeras på undersidan av en rörlig passagerarbrygga (figur 8) för att vara nära till hands när den behövs. Vindan styrs från tryckknapparna på anslutningspluggen som kopplas till flygplanet. Ifall Coilen installeras under en passagerarbrygga styrs vindan också från en knapppanel på marknivå. Tekniken i Coil vindan styrs av en PLC (Programmable Logical Controller) som kan programmeras enligt flygfältets krav. PLC kan programmeras t.ex. så att när matningskabeln är ansluten till matningsuttaget på flygplanet kan anpassa sig vindan efter rörelserna av passagerarbryggan. Standardmodellen av Coil vindan kan vinda in 28 meter kabel. (Šimek. 2007)



Figur 7. Två stycken motordrivna "coil"-vindor under en passagerarbrygga.



Figur 8. Två stycken motordrivna "coil"-vindor installerade under en rörlig passagerarbrygga

3.1.5 "Mini-Coil"

"Mini-Coil" är en motordriven kabelvinda. Dens funktionsprincip är den samma som en Coil men kan inte programmeras eftersom den inte är ansedd med en PLC. Mini-Coil vindan kan installeras under en passagerarbrygga eller på en fot (figur 9). Till skillnad från Coil klarar Mini-coil vindan av att vinda in 10m kabel. (Šimek. 2007)



Figur 9. "Mini-Coil" installerad under en passagerarbrygga

3.1.6 "Bullhorns"

Bullhorns är det äldsta sättet i världen för att hålla reda på att kablage på flygfältet är i bra ordning. Systemet består av en ställning där markpersonalen manuellt vindar kabeln till flygplanet, lika som med en trädgårdslang (figur 10). Det här sättet är tungt samt klumpigt, tar mycket tid och är inte särskilt användarvänligt. Det går inte heller att vinda långa kablar eftersom utrymmet på själv ställningen inte räcker till och på tanke om markpersonalen fysisk ansträngning är det inte ett alternativ som är rekommenderat. (Šimek. 2007)



Figur 10. "Bullhorns"

3.2 Underjordisk markutrustning

De underjordiska markutrustningar som tas upp i arbete är ”Pit pop-up”, ”Mini-hatch” och ”Hatch”. Dessa markutrustningar används ute på flygfältet och vid hangarer. De här utrustningarna skall installeras så nära flygplanets parkeringsplats som möjligt. Utrustningarna används vid situationer då spänningsmatningskabeln kan tas fram vid behov och gömmas undan då den inte längre behövs.

Eftersom luckorna och locken följer belastningsstandarderna EN 124 F900 kan flygplanen köra över luckan när den är stängd och på så vis hindrar inte flygplanens rörlighet på fältet. (BS EN 124:1994 Gully Tops and Manhole Tops for Vehicular and Pedestrian Areas. Design Requirements, Type Testing, Marking, Quality Control. 1994)

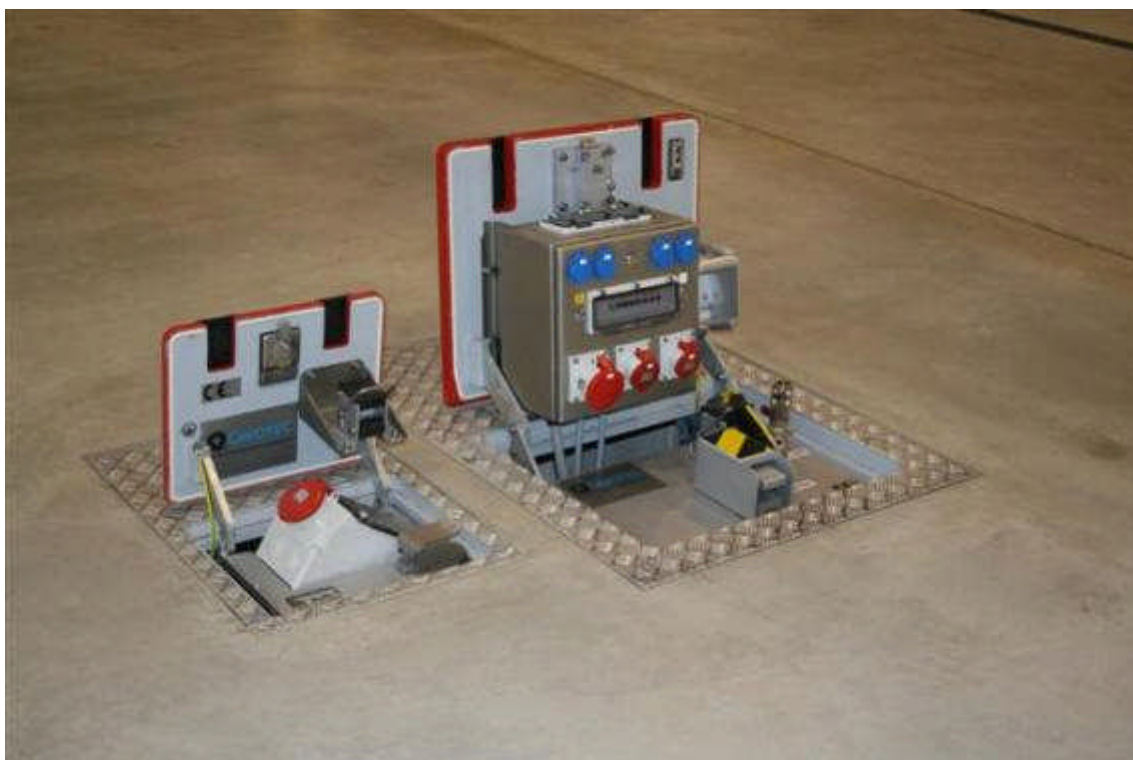
För att öka på användarvänligheten är luckorna samt locken också försedda med motvikter som balanserar så att locket eller luckorna inte går fast aggressivt.

Installationen av en underjordisk utrustning är krångligare än för system som installeras ovan markytan eftersom det krävs en 1-3 meters grop där det sänks ner en betongform. Luckan eller locket ifall det är frågan och ”Pop-up” installeras så att användarna kommer enkelt till den på markytan.

För flygfält som ligger i ett arktiskt eller i en ökenomgivning rekommenderas inte de underjordiska markutrustningarna om de inte installeras i hangarer. Detta p.g.a. att snö eller sand kan gå in i karmarna av luckan och förhindra luckorna att gå fast ordentligt vilket leder till att luckan inte går i lås och detta kan orsaka person- och materiella skador. För att hålla luckornas karmar rena från is och sand skulle i så fall kräva mycket mera arbete av markpersonalen.

3.2.1 "Mini-hatch"

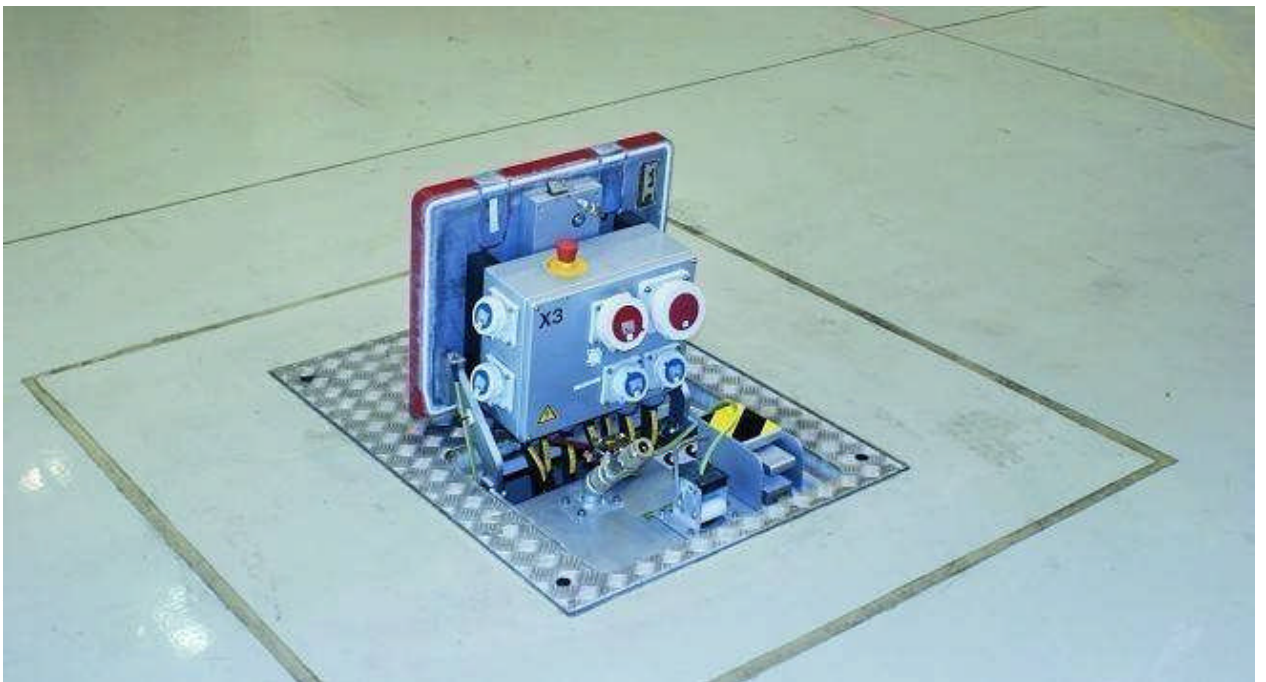
"Mini-hatch" är en förminskad variant an "Pit-hatch" (figur 11). Markutrustningen kan mata maximalt en 10 meters kabel, eller så kan utrustningen utrustas alternativt med ett 50 Hz uttag. Lika som "Pit hatch" är "Mini-hatch" vattentät samt går att stängas när matningskabeln är ansluten till flyplanet. Installationen kräver en grop med dimensionen 1 m x 1 m x 1 m. (Šimek. 2007)



Figur 11. Till vänster "Mini-hatch" med luckan öppen, till höger "Pit-hatch"

3.2.2 "Pit hatch"

Det här systemet kan utrustas med två stycken matningskablar samt dessutom flera enfas 230 V och trefas 50 Hz uttag (figur 12). Luckan är vattentät och fördelen med det här systemet är att efter att kabeln dragits ut och anslutits till flygplanet kan den stängas, tack vare två stycken kabelgenomföringar i luckan. Installationen av en Pit-Hatch kräver en grop med dimensionen 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m. (Šimek. 2007)



3.2.3 "Pit pop-up"

I likhet med "Pit hatch"-systemet används "Pit pop-up"-systemet på fältet samt i hangarer. Matningskabeln kan vara upp till 20 meter lång. Till skillnad från "pit hatch"-systemet är "Pit pop-up" konstruerad som en kälke som dras upp 1,2 m ovanför markytan tills den låser sig (Figur 13). När kälken är uppe är anslutningspluggarna ergonomiskt till hands. När matningen inte längre behövs skjuter man in kälken under markytan. Installationen kräver en grop med dimensionerna 2 m x 2 m x 3 m. (Šimek. 2007)



Figur 13. "Pit pop-up"-system med 2 st. flygplansmatningar, 1 st. 230 V trefas-uttag och 1 st. 230 V enfas-uttag

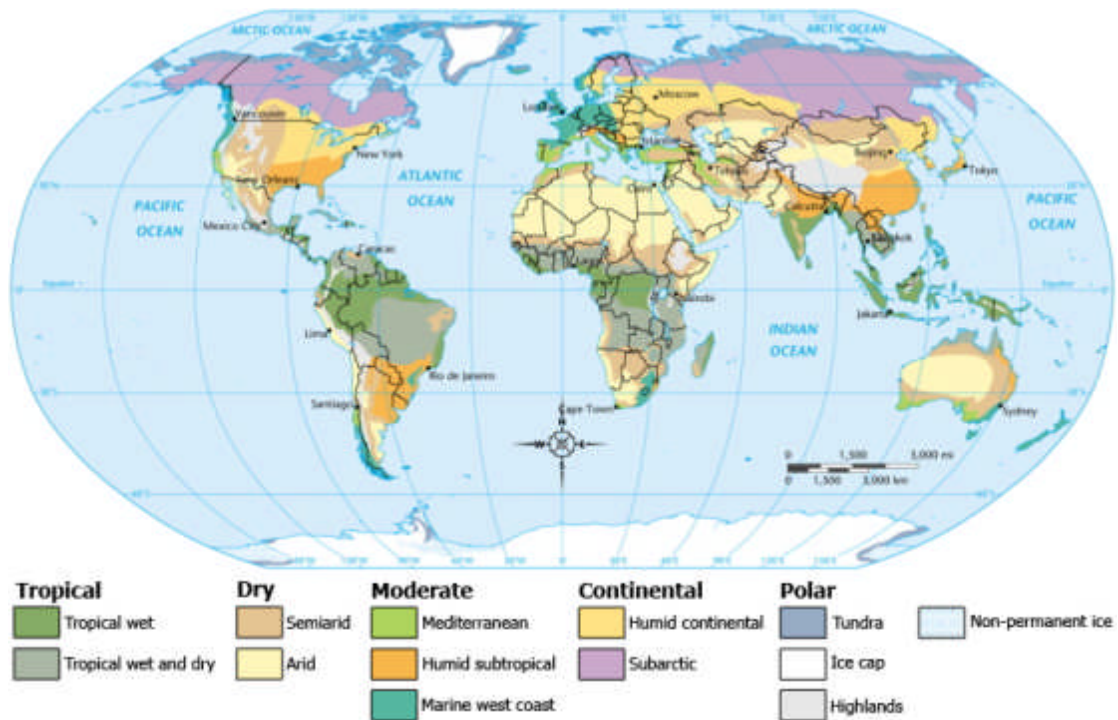
4 URVALSKRITERIER

För den kvalitativa jämförelsen har jag valt ut flere urvalskriterier som kommer att jämföras. Urvalskriterierna lyder att de skall vara relevanta så att mitt arbete skall kunna användas av alla flygfält runt om i världen. För att hitta den optimala markutrustningen anpassad för ett specifikt flygfält, kommer jag att kartlägga de viktigaste urvalskriterier och egenskaper som markutrustningen motsvarar och har.

Urvalskriterierna som är relevanta vid val av markutrustning har jag indelat i fyra huvudgrupper; klimat, spänningsmatning, position av parkering och kostnad. De här fyra huvudgrupperna indelas vidare till flere undergrupper som noggrannare specificerar urvalskriteriernas typ.

4.1 Klimat

Klimatet spelar en stor roll vid val av utrustning för ett flygfält eller en hangar. Enligt Köppens system är jorden indelad i fem olika klimatzoner. De är tropiska, arida, varmtempererande, kalltempererande och polara. De här huvudzonerna är indelade i flere mindre zoner som specificerar noggrannare zonens klimat (Köppens system. 2010). I arbetet kommer jag endast att använda huvudgrupperna för att specificera till vilken zon var och en markutrustning optimalt anpassar sig för.



Figur 14. Jordens klimatzoner (Wikipedia, klimat. 2010)

4.1.1 Tropiska Zonen

Tropiska zonen är enligt Köppens system för klimatklassifikation ett nederbördsrikt klimat med medeltemperaturer över 18 grader Celsius under årets alla månader. Denna grupp omfattar områden i ett brett bälte runt ekvatorn som har klimat av tropisk typ. Hit hör jordens alla regnskogar.

Utrustning som används i detta område måste vara ordentligt skyddat mot fukt och värme samt UV-strålning.

4.1.2 Arida zonen

Den arida zonens kännetecken är att evapotranspirationen är större än nederbörden, vilket leder till öken, stepp eller savann. I den här zonen finns jordens torraste områden, på dagen stiger temperaturen högt men på natten kan temperaturen sjunka till minus grader.

Utrustning som installeras i denna zon måste tåla extremt stark UV-strålning, hög värme och mild kyla samt måste vara dammsäker eftersom i ökenområden dammar sanden och kan orsaka fel och störning i teknisk samt mekanisk apparatur.

4.1.3 Varmtempererande zonen

Varmtempererande klimatzonen finner vi ofta längs kusterna på våra kontinenter. Varmtempererande klimatzonen kännetecknas av varma fuktiga somrar och kalla till milda vintrar. Till denna grupp hör Medelhavsklimat dvs. ett klimat med torra somrar och nederbördsrika vintrar.

Teknisk utrustning som används i detta område måste tåla värme, stark UV-strålning samt mild kyla.

4.1.4 Kalltempererande zonen

Till den kalltempererande zonen hör de områden som är från ekvatorn sett mot polerna efter den varmttempererande zonen. Här kan temperaturen under sommaren under de varmaste månaderna stiga över 10°C och under de kallaste vintermånaderna kan temperaturen sjunka under -3°C. Man kan allmänt säga att somrarna är milda medan vintrarna är kalla och snörika.

Vid val av teknisk utrustning måste man ta det kalla och snöiga klimatet i beaktande, eftersom packade snömassor väger mycket samt bildar en stor mängd vatten när det smälter.

4.1.5 Polara zonen

Polara klimatzonen finns som namnet säger vid syd- och nordpolen. I den här zonen är temperaturen året runt under 10°C.

Teknisk utrustning som används i den här zonen skall tåla kraftig kyla samt mycket snö.

4.2 Spänningsmatning

Huvudgruppen spänningsmatning är indelad i tre viktiga egenskaper. Dessa är den maximala kabellängden, möjliga antal kabelmatningar för 400 Hz och möjlighet till 50 Hz uttag.

Vid kabellängden anmäls den maximala kabellängden som utrustningen kan förvara eller vinda in. Med tanke på hur långt flygplanets matningsuttag är från GPU är det här en mycket viktig egenskap.

Antal 400 Hz kablar är en annan egenskap som är viktig vid ett stort passagerarflygplan som behöver fler än en stycke kabelmatning. Ett litet jetflygplan som t.ex. Airbus 300 behöver endast en stycke matningsanslutning medan en stor jumbo jet som t.ex. Airbus A380 behöver fyra stycken matningsanslutningar (IATA Airport Handling Manual, 27th edition 2007. 2006).

I stora hangarer eller ute på fältet där det kan vara långt till det närmaste uttaget är det behandligt med 50 Hz enfas och/eller trefas uttag vid räckhåll med tanke på service och underhåll. Vissa av produkterna som jämförs kan ha detta som en tilläggsutrustning.



Figur 15. Två stycken 400Hz anslutningspluggar kopplade till ett flygplan

4.3 Parkering

Ordet parkering används när ett flygplan landar på ett flygfält för att förvaras i en hangar, tanka bränsle eller lasta på/av passagerare. Platserna där ett flygplan kan stänga av motorerna och anslutas till spänningsmatningen kallas parkeringsplats. Det finns fyra olika parkeringsalternativ, passagerarbrygga, avlägsen parkering, avlägsen genomkörning och hangar (IATA Airport Handling Manual, 27th edition 2007. 2006).

4.3.1 Passagerarbrygga

Definitionen för en passagerarbrygga är att passagerarna kan gå via bryggan från terminalen till flygplanet och visa versa utan att behöva gå utomhus. Det här gör passagerarbryggan till det bekvämaste sättet att lasta passagerare på/av ett flygplan. Det finns flera olika modeller av passagerarbryggor på marknaden, men huvudsakligen är de indelat i två olika modeller, t-brygga och rörlig brygga. Också passagerarbryggans uppbyggnad inverkar på valet av markutrustning. Om bryggans väggar är gjorda av glas kan man inte använda sig av ”Hoist” systemet, eftersom apparaturen hänger i luften vid bryggan kan en hård vindpust föra apparaturen med hård fart i fönstret så att det går sönder.

T-brygga har fått sitt namn efter att den ser ut som bokstaven T. Bryggorna är ansedda för små och medelstora passagerarflygplan. De börjar i terminalen och delar sig i slutändan åt varsitt håll. Bryggorna är inte rörliga i sidoläge, endast upp och ner samt ändan som ansluts till flygplanet är justerbar enligt flygplanets modell. Eftersom passagerarbryggorna inte rör sig i sidoläge är avståndet från matningspunkten till flygplanet kort och därför kan vi utesluta ”Coil” och ”Power Caddy” apparaturerna som är utvecklade för längre sträckor.

De rörliga bryggorna är ansedda för små till stora passagerarflygplan. Eftersom bryggorna är anpassade för alla storlekar av passagerarplan måste bryggorna vara mycket flexibla. De rör sig upp och ned samt i sidoläge. ”Armen” på en rörlig brygga är längre än en t-brygga och storleken på flygplanen som ansluts till ”armen” varierar, vilket leder till att avståndet från GPU till flygplanet ökar. Eftersom avståndet är långt från GPU till flygplanet går det inte att installera ”Bullhorns” eller ”Scissors”.

”Bullhorns” eftersom markpersonalens fysiska ansträngning skulle överskridas. ”Scissors” kan inte användas för att den skulle vara för klumpigt för att användas tillsammans med passagerarbryggan.

4.3.2 Avlägsen parkering

Avlägsen parkering är när flygplanet inte ansluts till terminalen via en passagerarbrygga utan parkerar ute på fältet. När flygplanet skall iväg använder man sig av ett fordon som skuffar flygplanet tillbaka till sin rutt på fältet. Det här parkeringssättet används för medelstora till små passagerarflygplan. För att lasta av/på passagerare används antingen flygplanets egen eller en extern landstigningstrappa som gör landstigningen smidigare. Markutrustningen som inte kan användas vid en avlägsen parkering är ”Hoist”, eftersom den måste installeras på en passagerarbrygga eller i taket i en hangar.

4.3.3 Avlägsen genomkörning

Avlägsen genomkörning är när ett mindre flygplan som flyger korta sträckor landar på flygfältet, släpper av passageraren och skall så snabbt som möjligt fortsätta sin rutt. På t.ex. flygfältet i Frankfurt har det här sättet blivit populärt för dens snabbhet och flexibilitet. För att spänningsmatningen till flygplanet är endast ansluten en kort tid måste det fungera så snabbt som möjligt, därför utesluter jag alla andra markutrustning utom de underjordiska som kan installeras direkt under flygplanet och kan gömmas undan när flygplanet skall snabbt iväg.

4.3.4 Hangar

Hangar är en hall där flygplan förvaras och där det görs servicearbeten. I hangaren är flygplanen i skydd för väder och därför inverkar inte vädret på vilken markutrustning som väljs. Alla produkter för markutrustning som Cavotec har att erbjuda kan installeras i en hangar. Det som är viktigt är om man t.ex. vill ha 50 Hz uttag så nära flygplanet som möjligt skall man välja en underjordisk utrustning eftersom de har det som tilläggssegenskap.

5 KVALITATIV JÄMFÖRELSE

Jämförelsen görs för att underlätta valet av optimal spänningsmatningsutrustning till den specifika anläggningen och användningsområdet på ett flygfält. För att jämförelsen skall vara så användarvänlig som möjligt är den uppbyggd som en X/Y tabell.

Tabellerna kartlägger vilken markutrustnings motsvara vilka urvalskriterier och egenskaper. På Y-axeln är markutrustningen och på X-axeln är urvalskriterierna eller egenskapen. Om markutrustningen motsvarar urvalskriterierna eller kan utrustas med egenskapen är den märkt med ett kryss i rutan. I kostnadstabeller är rutorna märkta med ett riktgivande pris för utrustningen och för uppskattad service kostnad per år. Dessa priser är kartlagda för att lättare kunna se förhållandet mellan de olika utrustningarna. Priserna kan variera i olika länder.

5.1 Underjordiska markutrustningar

De underjordiska markutrustningarna är indelade i fyra undergrupper; klimatzon, spänningsmatning, position av parkering och kostnad. Passagerarbryggans typ är inte med i jämförelsen av de underjordiska utrustningarna eftersom den egenskapen inte är relevant.

Tabell 1 beskriver de underjordiska markutrustningarna som kan användas i tropiska, varmtempererande och kalltempererande klimatzoner. I de arida och polara zonerna kan de inte användas pga. sanddamm eller is och snö.

Tabell 1. Klimatzon för underjordiska markutrustningar

<u>Klimatzon</u>					
	Tropisk	Arida	Varmtempererande	Kalltempererande	Polara
Mini Hatch Pit	x		x	x	
Hatch Pit	x		x	x	
Pit Pop-up	x		x	x	

Tabell 2 beskriver antalet matningskablar som varierar mellan de olika markutrustningarna. Ifall avståndet från GPU till flygplanets anslutningsuttag är mer än 10 m kan man utesluta ”Mini Hatch Pit”. Vi ser också att alla underjordiska markutrustningarna har en möjlighet för 50 Hz uttag som tilläggsutrustning.

Tabell 2. Spänningsmatning för underjordiska markutrustningar

	Spänningsmatning		
	Antal kablar	Kabellängd	50Hz uttag
Mini Hatch Pit	1	10m	x
Hatch Pit	2	20m	x
Pit Pop-up	4	20m	x

Tabell 3 beskriver att alla underjordiska markutrustningarna passar för alla parkeringsalternativ som är möjliga för flygplan.

Tabell 3. Position av parkering för underjordiska markutrustningar

	Position av parkering			
	Brygga	Avlägsen parkering	Avlägsen genomkörning	Hangar
Mini Hatch Pit	x	x	x	x
Hatch Pit	x	x	x	x
Pit Pop-up	x	x	x	x

Tabell 4 beskriver riktgivande kostnader för anskaffning och hur mycket servicekostnader uppstår per år. Servicekostnaderna innehåller inte nya kablar eller anslutningsdon som måste bytas pga. slitage, eftersom det beror på hur mycket utrustningen används och användningssättet på flygfältet.

Tabell 4. Kostnad för underjordiska markutrustningar

	Kostnad	
	Utrustning	Service
Mini Hatch Pit	10000€	800€/år
Hatch Pit	15000€	1000€/år
Pit Pop-up	25000€	1500€/år

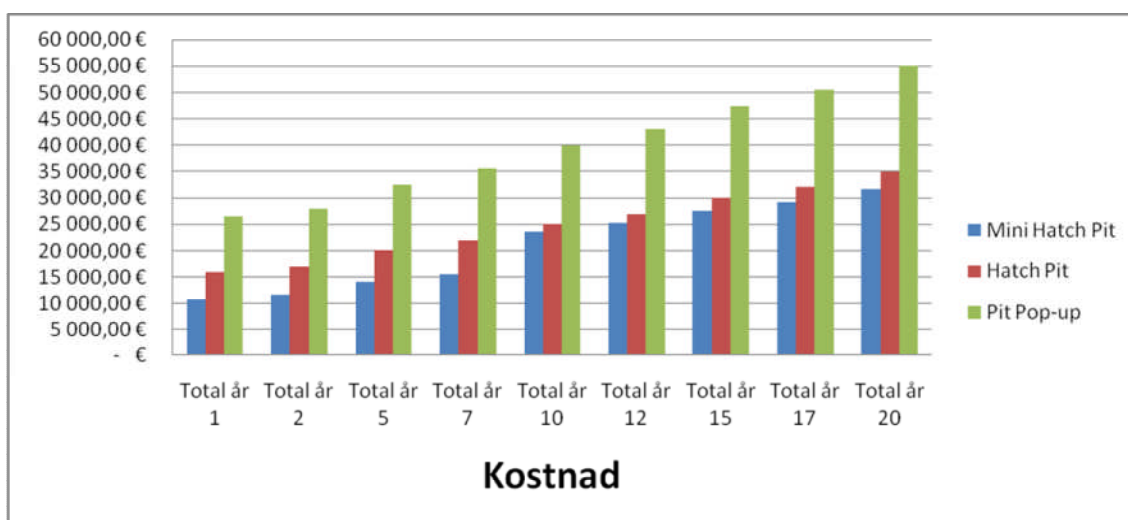
Tabell 5 kartlägger de uppskattade livslängder för var och en utrustning. Som tabellen visar är den uppskattade livslängden för varje underjordisk marutrustning 20 år.

Tabell 5. Uppskattade livslängder för underjordiska markutrustningar

	Livslängd
Mini Hatch Pit	20 år
Hatch Pit	20 år
Pit Pop-up	20 år

Figur 16 illustrerar de totala driftskostnader per år. I driftskostnaden ingår kostnader för inköp och service för de år som gått.

T.ex. inköpskostnaden för en ”Hatch Pit” är 15000 € plus 1000 € servicekostnader för varje år som går. Det här leder till att totala kostnaden vid den uppskattade livslängden (20 år) är 55000 €.



Figur 16. Kostnadsgraf för underjordiska markutrustningarna

5.2 Ovanjordiska markutrustningar

Tabell 6 beskriver att alla markutrustningar kan installeras i de tropiska och de varmtempererade zonerna. I de arida, kalltempererade och polara zonerna kan alla andra utom ”Scissors” eller ”Caddy” installeras eller användas pga. snö och sanddamm som kan förhindra rörelsen av hjulen.

Tabell 6. Klimatzon för ovanjordiska markutrustningar

	Klimatzon				
	Tropisk	Arida	Varmtempererade	Kalltempererade	Polara
Bullhorns	X	X	X	X	x
Scissors	x		x		
Caddy	x		x		
Hoist	x	x	x	x	x
Mini-Coil	x	x	x	x	x
Coil	x	x	x	x	x

Tabell 7 beskriver antalet matningskablar och kabellängderna som varje matningsutrustnings maximalt stöder. I tabellen ser vi att inget av de ovanjordiska markutrustningarna har en möjlighet för 50 Hz uttag som tillägsutrustning.

Tabell 7. Spänningsmatning för ovanjordiska markutrustningar

	Spänningsmatning		
	Antal kablar	Kabellängd	50Hz uttag
Bullhorns	1	10m	
Scissors	2	24m	
Caddy	2	40m	
Hoist	1	30m	
Mini-Coil	1	10m	
Coil	1	28m	

Tabell 8 beskriver de olika parkeringsalternativen för flygplan. Som vi kan se kan alla markutrustningarna installeras i hangarer och vid passagerarbryggor men inget vid en avlägsen genomkörning pga. utrustningarnas långsamhet. Vid avlägsen parkering kan det inte installeras en ”Hoist” utrustning för att den skall hänga i luften och vid en avlägsen parkering är all utrustning installerad på marken.

Tabell 8. Position av parkering för ovanjordiska markutrustningar

	<u>Position av parkering</u>			
	Brygga	Avlägsen parkering	Avlägsen genomkörning	Hangar
Bullhorns	X	X		X
Scissors	X	X		X
Caddy	X	X		X
Hoist	X			X
Mini-Coil	X	X		X
Coil	X	X		X

Tabell 9 beskriver de olika passagerarbryggornas typer. Vid en T-brygga är det möjligt att installera alla olika markutrustningar. Vid en rörlig brygga kan installeras ”Caddy”, ”Hoist”, ”Mini-coil” och ”Coil”.

Tabell 9. Passagerarbryggans typ för ovanjordiska markutrustningar

	<u>Passagerarbryggans typ</u>	
	T-brygga	Rörlig brygga
Bullhorns	X	
Scissors	X	
Caddy	X	X
Hoist	X	X
Mini-Coil	X	X
Coil	X	X

Tabell 10 beskriver riktgivande kostnader för anskaffning och hur mycket servicekostnader uppstår per år. Servicekostnaderna innehåller inte nya kablar eller anslutningsdon som måste bytas pga. slitage, eftersom det beror på hur mycket utrustningen används och användningssättet på flygfältet.

Tabell 10. Kostnad för ovanjordiska markutrustningar

	Kostnad	
	Utrustning	Service
Bullhorns	3000€	500€/år
Scissors	18.000€	1000€/år
Caddy	27.000€	2000€/år
Hoist	6000€	2000€/år
Mini-Coil	12.000€	1800€/år
Coil	18.000€	2000€/år

Tabell 11 beskriver de uppskattade livslängder för var och en utrustning. Som tabellen visar är livslängden för alla de markutrustningar med elektronik uppskattade att vara 12 år. För en ”Scissors” som är en utrustning med mekaniskt rörliga delar är livslängden 15 år. Och för ”Bullhorns” som varken har elektronik eller rörliga mekaniska delar är den uppskattade livslängden 30 år.

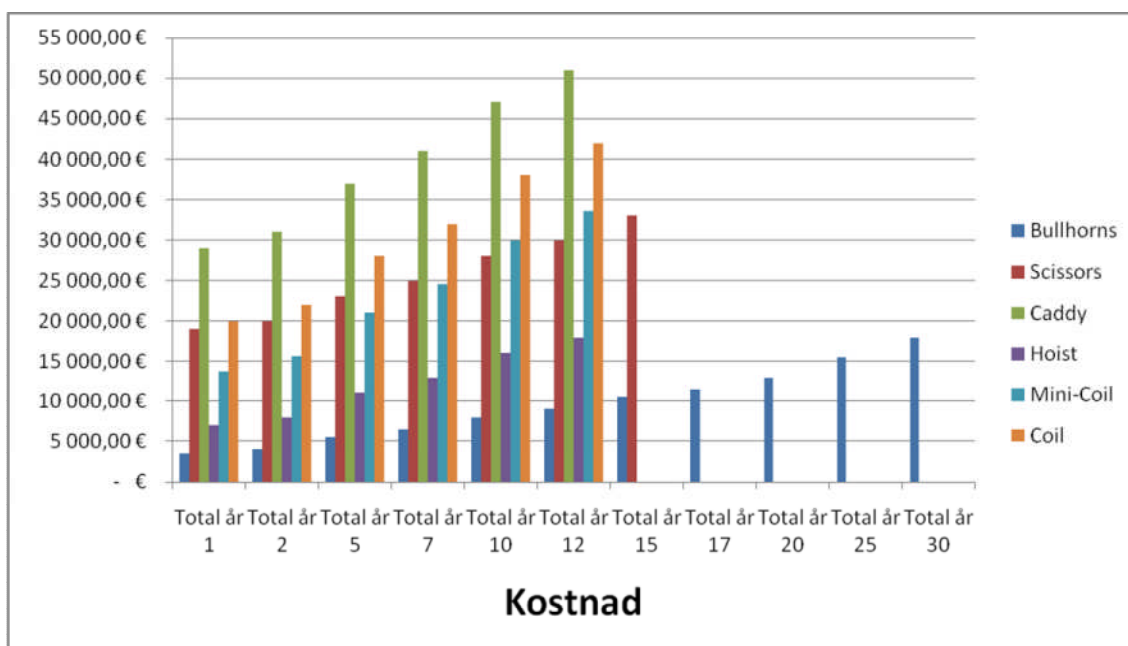
Tabell 11. Uppskattade livslängder för underjordiska markutrustningar

	Livslängd
Bullhorns	30 år
Scissors	15 år
Caddy	12 år
Hoist	12 år
Mini-Coil	12 år
Coil	12 år

Figur 17 illustrerar de totala driftskostnader per år. I driftskostnaden ingår kostnader för inköp och service för de år som gått.

Som grafen illustrerar är driftkostnaderna mellan det billigaste (Bullhorns) och det dyraste (Caddy) stora. Inom 12 år när ”Caddyns” livslängd är slut har den kostat för

företaget 51000 € medan ”Bullhorns” skulle ha kostat 9000 € och inte ens hälften av ”Bullhornens” livslängd är uppnådd.



Figur 17. Kostnadsgraf för ovanjordiska markutrustningarna

6 RESULTATREDOVISNING

I det här kapitlet presenterar jag hur mitt arbete underlättar valet av markutrustning till ett flygfält. Jag tar upp två stycken exempel på flygfält som ligger i olika klimatzoner, är storleksmässigt olika och passagerarbryggorna är av olika typer.

6.1 Helsingfors-Vanda flygstation

Som ett exempel har jag tagit Helsingfors-Vanda flygstation. Flygstationen ligger i kalltempererande klimatzonen. Passagerarbryggan är av typen T-brygga och avståndet från GPU till flygplanets anslutningsuttag är under tio meter (beroende på flygplanet). Parkeringsplatsen är byggd för ett mindre jetflygplan som endast kräver en spänningsmatnings anslutning.

Alternativ av markutrustningar som motsvarar urvalskriterierna och som kan användas vid denna parkeringsplats är "Mini-Hatch" som har kosta efter 20 år 26000€, "Bullhorns" som har efter 20 år kostat 9000€, "Hoist" som har efter 20 år kostat 46000€ och "Mini-coil" som efter 20 år har kostat 48000€ för flygplatsen. Det betydlig billigaste alternativet är "Bullhorns" utrustningen och det dyraste är "Mini-coil". Med tanke på kostnader är "Bullhorns" definitivt det rätta valet, men med tanke på användarvänligheten och minimering av arbetstagarnas fysiska belastning är de andra alternativen bättre val.

6.2 Dubai internationella flygstation

Som ett annat exempel tar jag det internationella flygfältet i Dubai. Flygfältet är stor och är anpassat för att ta emot stora passagerarflygplan. Dubai hör till den arida klimatzonen. Passagerarbryggan är av rörlig modell och avståndet från GPU till flygplanet är under tjugo meter. Det störst alternativet av flygplan som kan tänkas landa är en "jumbojet" so kräver fyra stycken spänningsmatnings anslutningar. Efter som apparaturen skall installeras i en arid klimatzon kan vi utesluta de underjordiska markutrustningarna. De kvarstående markutrustningarna som motsvarar urvalskriterierna är fyra stycken "Hoist" system eller fyra stycken "Coil"-vindor. Båda

markutrustningarnas beräknade livslängd är tolv år. Fyra stycken "Hoist" system kommer att kosta 120000€ inom 12 år medan fyra stycken "Coil"-vindor kommer att kosta 168000€. Användarvänligheten på dessa 2 alternativ är bra eftersom båda alternativen är motordrivna och det underlättar det fysiska arbetet.

7 SAMMANFATTNING

Syftet med detta arbete var att studera urvalskriterier som tillfredställer de kriterier som flygfält ställer vid val av utrustning, och på basis av dem göra jämförelser på olika markutrustningar som företaget Cavotec erbjuder sina kunder.

Frågan som jag ställde mig när jag började söka information vara att: Inverkar egenskaperna och urvalskriterierna på valet av markutrustning för flygfält? Vilka är urvalskriterierna och egenskaperna som de ställer på utrustningen?

Dessa frågor har blivit besvarade i mitt arbete; Ja, vid val av markutrustning finns det en hel del egenskaper och urvalskriterier som flygfält kräver. I arbetet har jag tagit upp de egenskaper och urvalskriterier som flygfält anser vara relevanta vid val av markutrustning. Alla urvalskriterier i arbetet är enligt min forskning de viktigaste egenskaperna inom markutrustning för flygfält.

För att göra jämförelsen i arbetet så lättläst som möjligt har jag ställt upp egenskaperna och urvalskriterierna i tabeller och i grafer. Med hjälp av tabellerna och graferna kan läsaren lätt få en överblick och se skillnaderna mellan de olika markutrustningarna.

Om det är något som jag skulle göra bättre skulle det vara informationssökningen. Jag skulle besökt fler flygfält och bekanta mig med de olika apparaturerna de har i användning, samt intervjua markpersonalen för att få deras synvinkel på de olika markutrustningarna. I helhet har arbetet varit ett mycket krävande och samtidigt ett lärorikt projekt. Krävande för att nästan all information som tas upp i arbetet är svår att hitta pga. få litterära källor, och lärorikt för att flygfält och flygplan är ett fält jag inte var bekant med när jag började. Källorna i arbetet består största delen av litterära produktkataloger och broschyrer av Cavotec men också externa litterära och elektroniska källor är använda.

Jag hoppas mitt arbete är till en nytta i framtiden för flygfält och personal på Cavotec som arbetar med markutrustningarna.

KÄLLOR

Airports, Cavotec Group. 2005. *Produktkatalog*. 15s

BS EN 124:1994 Gully Tops and Manhole Tops for Vehicular and Pedestrian Areas. Design Requirements, Type Testing, Marking, Quality Control. 1994, BSI Standards, *pocketbok*. ISBN: 0580227545. 30s

Cavotec Fladung GmbH. [www] Hämtat 1.4.2010. <http://www.fladung.com/>

Cavotec Pop-up pit, DAS-FL-01. 2010. *Datablad*. 2s

Cavotec Cable coiler 1x90KVA, DAS-FL-05. 2010. *Datablad*. 2s

Cavotec 400 Hz Hatch-pit, DAS-FL-18. 2010. *Datablad*. 2s

Cavotec Cable Caddys, DAS-FL-06. 2010. *Datablad*. 2s

Cavotec 400 Hz/28 V DC Aircraft Cables. 2010. *Datablad*. 2s

Finavia – Luftfartsverket [www] Hämtat 27.8.2009. <http://www.finavia.fi>

Grönholm, Peter. 2010. [muntl.] *Diskussion* 13.4.2010.

IATA Airport Handling Manual, 27th edition 2007. 2006. *Manual för flygfält*. ISBN 92-9195-837-9. 1194s

Maria von Hertzen och Kerstin Stolt. 2009, *Skrivguiden 2009 Version 1.1* [pdf] Hämtat 22.4.2010. http://studieguide.arcada.fi/webfm_send/538

Miroslav Šimek. 2007, *Aircraft Power Supply, Diplomarbete*, Czech technical university in Prague.

Wikipedia, Köppens system. 2010. [www]. Hämtat den 20.4.2010.
http://sv.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppens_system

Wikipedia, Klimat. 2010. [www]. Hämtat den 20.4.2010
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Klimat>