

Erfarenheter av sol- och vindkraft i Argentina

Lars Ejdling

Installation av radiostationer på otillgängliga eller avlägsna platser medför ofta svåra problem. Speciellt hur strömförsörjningen skall ordnas kräver noggranna studier. Konventionella kraftaggregat, tex dieselgeneratorer, har den nackdelen att bränsleförrådet ofta måste fyllas på. Om solceller eller vindgeneratorer skall användas bör en detaljerad kartläggning av antalet soltimmar och vindstyrkans variationer göras på den aktuella platsen. Dessutom krävs stora batterier som energireserv så att driften kan fortsätta när sol och vind uteblir.

Författaren beskriver hur Ericssons system ERIGEN, som utnyttjar tre kraftkällor – sol, vind och minidieselkraftaggregat – har löst kraftförsörjningsproblemen för en radiolänkstation belägen på en bergstopp 4 300 m över havet.



LARS EJDLING
CAT

landskap till fjäll med mellanliggande dalar i vilka jord- eller skogsbruk bedrivs. Olika lösningar krävs för att förbindelserna mellan befolkningscentra inom förvaltningens område skall kunna upprätthållas. I det följande beskrivs hur ett hinder bestående av ett fjällmassiv med höjden 4 700 meter över havet överbrygats.

power stations
solar power stations
radio stations
maintenance engineering
elecontrol

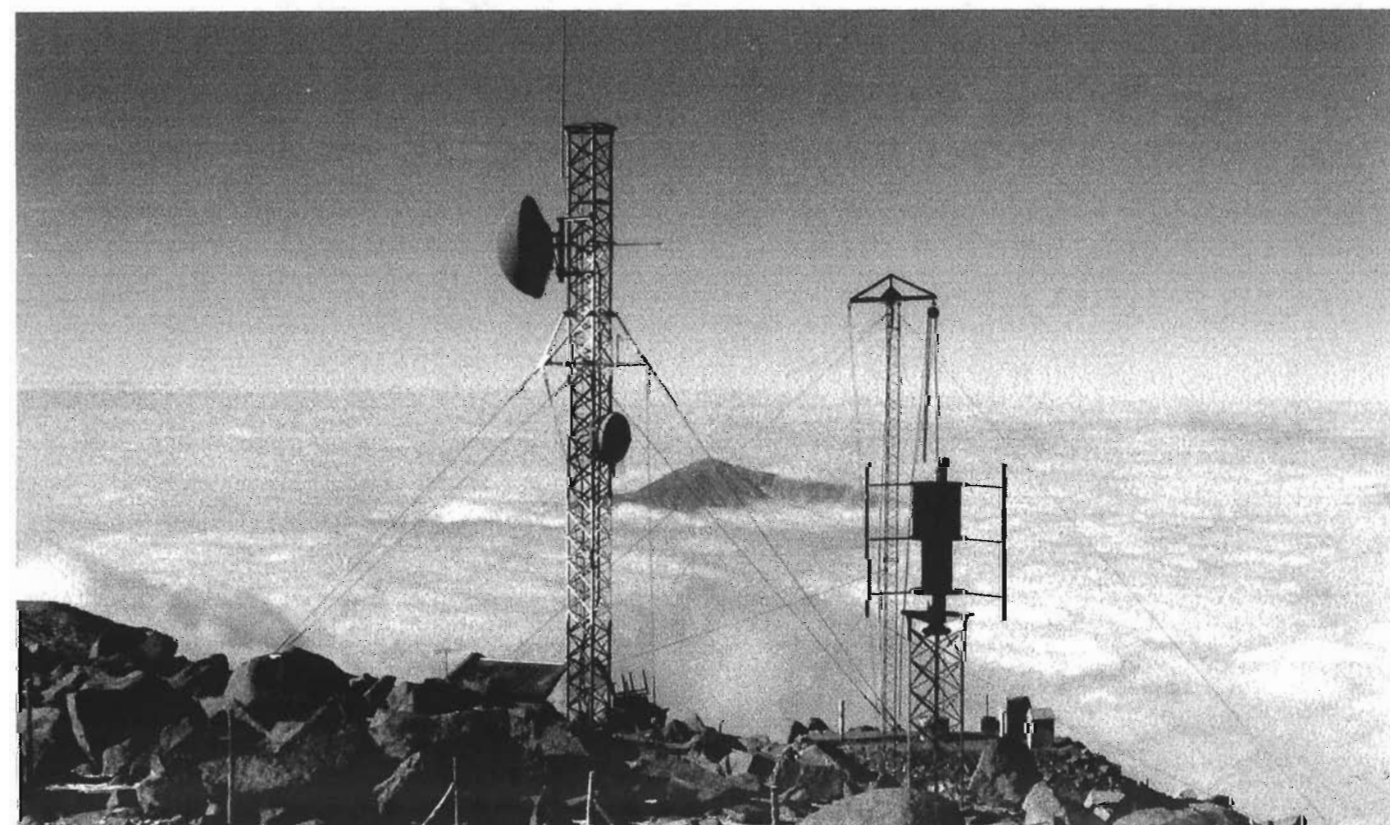
Compañía Argentina de Teléfonos S.A. är teleförvaltning för ett stort område i Argentina, och svarar för ca 10% av den totala telefontjänsten i landet. Förvaltningen betjänar 350 000 abonnenter och totalt är 340 000 telefonapparater installerade. Automatiseringsfaktorn är 96,2%. Alla förvaltningens telefonstationer, elektromekaniska såväl som elektroniska, är tillverkade av Ericsson.

De geografiska förhållandena inom förvaltningens område varierar från öken-

Geografiska förhållanden

Landets nordvästra delar har fjällkedjor som gradvis växer i höjd tills de når Anderna, vars toppar når högre än 6 000 m över havet. På bergsluttningarna upp mot Anderna finns bebyggda dalar. Där finns orter, några av dem betydande, som är turistmål eller har mineraltillgångar. Andra åter har speciella klimatiska förhållanden som gynnar odling av vinrankan och där förekommer betydande vinproduktion.

Fig 1
Bilden ger en uppfattning om den normala väder-
skenen vid relästationen med molnen under bergs-
öppen. Vindturbinen är under monterning. Bakom
antennmasten syns bostaden för den personal
som tillfälligt vistas på relästationen



Tekniska data för radio- utrustningen

Radiolänkterminaler		
NL125	2	
Frekvensband	7 125-7 425	MHz
RF-effekt	30	dBm
Konfiguration	1 + 1	
	"hot stand-by"	
Basband		
	300 kanaler	
	60-1364	kHz
Effektförbrukning	130	W
Radiolänkterminal		
2TM 120/900	1	
Frekvensband	790-960	MHz
RF-effekt	> 5	W
Konfiguration	1 + 1	
	"hot stand-by"	
Basband		
	120 kanaler	
	0,3-600	kHz
Effektförbrukning	120	W

En radiolänkstation, vars kraftförsörjning kommer att beskrivas, ligger i Valles Calchaquíes, en för-columbisk indiansk bosättning, belägen i flera dalar mellan bergskedjorna Quilmes och Cumbres Calchaquíes vilka når 4 700 m höjd. Den senare skiljer Valles Calchaquíes från San Miguel de Tucumán, huvudstad i provinsen Tucumán.

De studier som gjordes av olika möjligheter att sammanlänka telefonnätet i dessa dalar med det i provinsens huvudstad visade att det bästa alternativet var att placera en aktiv relästation på bergstoppens El Negrito belägen 4 330 m över havet. Berget gav namn åt stationen.

Radioutrustning

Stationens projekterades från början med hänsyn till förväntade framtida utbyggnader och med hänsyn till vilka orter som kan nås med radiolänk från den valda platsen. Valet av radioutrustning gjordes baserat på tidigare erfarenheter och med målsättningen att ge maximal säkerhet vid installation, driftsättning och underhåll.

Antennsystem

Klimatförhållandena krävde att man tog hänsyn till isbildning vid beräkning av antennenmasten. De större antennernas yta tillverkades av nät för att minska vindbelastningen.

Tekniska data antenn

Stagad mast. Fackverk med triangelsnitt, 110 cm breda sidor, stege på insidan		
Höjd	15	m
Belastningsantaganden		
Vindhastighet	27,5	m/s
Isbildning	6	mm
Antenndata vid beräkningar		
på 12 m höjd	Paraboli med slät yta, diam. 2,4 m	
	Paraboli med slät yta, diam. 1,2 m	
på 9 m höjd	Paraboli av nät, diam. 4 m	
på 5 m höjd	Paraboli av nät, diam. 4 m	
på 4 m höjd	Dipoli med hörnreflektor	

Kraftmatning

Förvaltningen hade inte tidigare erfarenhet av att försörja avlägsna platser med elkraft och utgick vid val av kraftsystem från följande krav och förutsättning:

- Kraftmatningen skulle vara avbrottsfri
- Utrustningen skulle vara lätt att transportera och installera
- Underhållsbehovet skulle vara minimalt
- Tillgängliga väderleksdata var knappa.

Det var uppenbart att ett system som byggde på utnyttjande av förnyelsebara kraftkällor, dvs sol eller vind, måste väljas, men de väderleksdata som man förfogade över var inte tillräckliga för att man skulle kunna avgöra om man kunde ha ett system med enbart vindgenerator

Månad	Temperatur (°C)		Vindhastighet (m/s)		
	max. abs.	min. abs.	medel	max. medel	min. medel
jan	14	-2,7	2,31	8,50	-
feb	12	-4,1	1,42	5,40	-
mars	16,8	-2,3	1,17	4,38	0,15
april	8,1	-8	4,18	10,86	0,76
maj	7,1	-7,9	1,53	6,00	0,03
juni	7,8	-12,2	3,89	11,09	0,18
juli	3,8	-13	2,85	9,50	0,30
aug	7,8	-12	1,24	5,61	-
sept	12,3	-12,6	4,01	11,45	0,56
okt	15,3	-8,1	1,90	6,60	-
nov	16	-3,9	2,90	8,92	0,26
dec	14	-6,0	1,81	6,39	0,10
		sommar	1,81	6,63	0,09
		vinter	2,89	9,09	0,31

soltimmar: dagar utan sol under året ca 32

Tabell 1
Uppmätta väderleksdata

Tekniska data kraftsystem

Solpaneler		
Typ M-51	52	
Effekt	420	W
Spänning	48	V
Dieselgenerator		
effekt	3	kW
spänning	48	V
Vindturbin		
vertikal axel, typ Darreius med tre skovlar rotortyp Savonius		
max. effekt	950	W
längd skovlar	3	m
Batteri		
kapacitet	2x770	Ah
reservtid 7 dagar		

eller enbart solpaneler. Bristen på "exakta" väderdata skulle i så fall leda till att batteristorlek och solpaneler eller vindgenerator hade måst överdimensioneras.

De väderleksdata som fanns och som kunde anses som något så när representativa hade insamlats på en plats belägen 4150 m över havet ca 3 km från den valda platsen och med annorlunda terrängförhållanden än denna, tabell 1. Ett rimligt antagande var att vindtillgången skulle bli bättre än vad som uppmätts. Den enda möjligheten att få så detaljerade väderleksdata att en enda typ av kraftkälla skulle kunna väljas, hade varit att slå läger på den utvalda platsen och samla data under minst ett år.

Ett kombinerat vind/sol-system med en minidieseldriven generator i reserv,

Ericssons ERIGEN, valdes, vilket medförde en rad fördelar

- den fördröjning det skulle inneburit att registrera väderleksdata undveks
- det kombinerade sol/vind-systemet blev mindre än vad ett system med endast en kraftkälla skulle ha blivit
- även batteristorleken kunde minskas eftersom behovet av reserv reduceras när tre kraftkällor finns.

Fjärrdata

ERIGEN innehåller förutom kraftkällorna också en dator som styr alla funktioner hos systemet så att sol- och vindenergin kan tillvaratas maximalt, fig 2. Datorn styr även förmedlingen av data i båda riktningarna mellan relästationen och den terminalstation där underhållspersonalen befinner sig. På relästationen insamlas och sänds data från de olika kraftkällorna samt meteorologiska

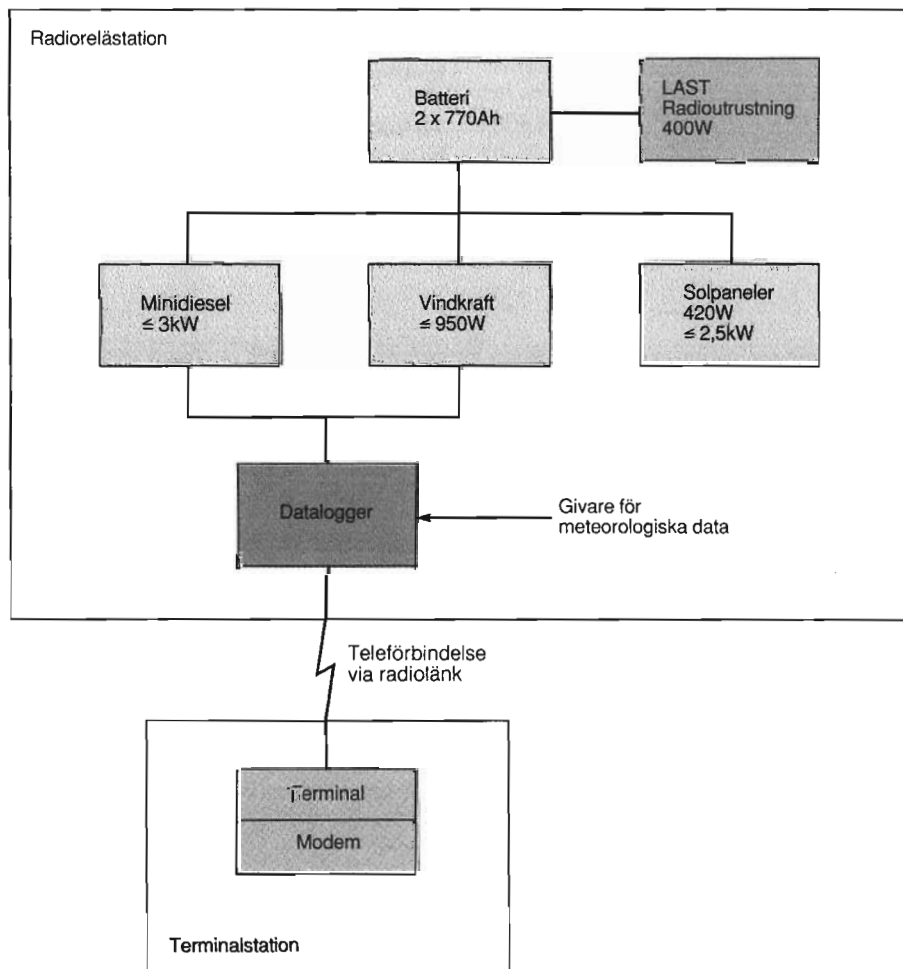


Fig 2
Diagram som visar funktionsblocken i ERIGEN och hur systemet inkopplats

data. Från terminalstationen kommer styrdata som datorn fördelar till kraftkällorna. De data/styr signaler som förmedlas av ERIGEN presenteras i faktaruta.

Placering av utrustningen

Temperaturer under noll minskar batteriernas kapacitet och försämrar startförmågan hos dieselmotorn, men att värma upp utrymmet där kraftutrustningen placerats skulle kräva mer energi än den radioutrustningen förbrukar. För att få en lämplig temperatur utan att använda någon uppvärmningsanordning placerades utrustningen i en container under jord. Marken utjämnar de temperaturvariationer som förekommer ovan jord. För att dra full nytta av detta konstruerades containern med tunna väggar, 8 mm, av glasfiberarmerad plast. Värme kan då transporteras i båda riktningarna och den egengenererade värmen, såväl från radioutrustningen som från diesलगeneratorn, leds ut i jorden. För att underlätta transporten byggdes containern av paneler, 0,8 m breda och med olika längd, som monterades på plats. Skarvarna tätades sedan med silikon.

Personalutrymmen för fem personer byggdes ovan jord av konventionella byggmaterial.

Installation

I Argentina har man knapp tillgång på stora helikoptrar som kan flyga till sådana höjder där relästationen skulle placeras. I varje fall finns ingen helikopterstationerad i den aktuella landsdelen. Därför kunde man knappast räkna med helikopterhjälp vid installationen. Ännu osäkrare skulle det ha varit att låta möjligheterna till felavhjälpning och underhåll bygga på tillgång till helikopter.

Helikopterhjälp måste alltid beställas minst två månader i förväg och ändå kan det hända, om helikoptern behövs för någon annan brådsnande insats, att hjälpen uteblir. Mot denna bakgrund valde man för transporter fram till stationen mulåsnan.

Utgångspunkten för den sista klättringen till stationen är belägen 3000 meter över havet och den kan bekvämt nås via en väg som är farbar året runt. Till stationen på toppen kan man sedan komma på mellan tre och en halv till fyra timmar via en godtagbar stig.

Installationen uppdelades i etapperna: Uppförande av byggnad för installationspersonalen Resning av master och montering av solpanelerna



Fig 3
Del av relästationen med solpanelerna i förgrunden



Fig 5
Bostaden för den personal som temporärt vistas på relästationen

Montering av antennerna och radioutrustningen
Montering av vindturbinen.

Installationstiderna blev de normala bortsett från förutsedda tillägg orsakade av det använda transportsättet och de olägenheter som följer med platsens höga läge.

Installation av vindturbinen gjordes efter det stationen hade satts i drift, eftersom den levererades senare än övrig materiel. Vindturbinen fick därför monteras på en separat mindre mast eftersom antennerna, som redan var installerade, hindrade lyftningen av vindturbinen.

Underhåll

Sedan relästationen sattes i drift har endast ett fel förekommit. Det uppstod 1 oktober 1986, efter mer än två års drift, och satte stationens signaleringssystem ur funktion under totalt fem timmar och trettiofem minuter. Felet drabbade mikroprocessorkortet i reglerutrustningen, vilken slutade ladda batterierna.

Tack vare fjärrsignaleringen fick underhållspersonalen omedelbart vetskap om felet, och på grund av att batteriernas

reservtid är så lång som sju dagar kunde man i förväg planera reparationsresan. Radiosystemet sattes aldrig ur drift och efter det att felet avhjälpits återgick systemet till normal drift. Inte några som helst driftstörningar har förekommit sedan dess.

Antalet resor för förebyggande underhåll har minimerats. Besöken begränsar sig till de nödvändiga för att kontrollera smörjning, densitet i batterierna, rengöring av solpanelerna etc. Samtidigt passar man på att gå igenom underhållsrutiner för radioutrustningarna.

Slutsatser

Alternativet att installera en aktiv relästation på en avlägsen plats analyserades och jämfördes med möjligheten att använda passiva reflektorer, på samma eller annan plats. Alla väsentliga parametrar definierades och studerades. Speciellt de skillnader som finns beträffande underhåll studerades noga. Efter bedömning av de ekonomiska och tekniska förutsättningarna ansåg man att det valda alternativet var det bästa. En aktiv relästation har som extra fördel ett flertal funktioner som en passiv reflektor inte kan erbjuda.



Fig 4
Utsikt över relästationen med vindturbinen i förgrunden. Bakom syns ventilationsrören för kraftaggregatet och ingången till containern

Faktaruta

Mätta storheter, larm och övriga signaler som förmedlas av ERIGEN

Meteorologiska data

Vindhastighet
momentan
medelvärde under 30 sekunder
medelvärde under 6 timmar
Vindriktning
momentan
medelvärde under 6 timmar
Temperatur
fem punkter inom- och utomhus
Relativ luftfuktighet

Vindkraftdata

ström
effekt, medelvärde för varje 6 timmarsperiod.
larm
vid fel i styrprocessorn
vid fel i regulatören
vid överbelastning av generatören
vid låg utspänning

Diesलगeneratordata

ström
effekt, medelvärde för varje 6 timmarsperiod.
drifttid
indikation om att utrustningen är i drift
fjärrstyrning för start/stop
larm vid fel

Solpaneldata

ström
effekt, medelvärde för varje 6 timmarsperiod.
larm vid fel

Batteridata

spänning
kapacitet i Ah

Belastningsdata

effekt, medelvärde för varje 6 timmarsperiod

Övriga larm

Överspänning
underspänning

Från den valda platsen täcker man mot öster, där det mest befolkade området finns, ett område med slätter och med fri sikt över 150 km inom en vinkel större än 90°.

Eftersom förvaltningen hade tidigare erfarenhet som visade att radioutrustningen själv har en hög tillförliglighet var det enda problemet att hitta en säker och avbrottsfri kraftkälla. Svårigheterna förenade med att dra fram någon typ av konventionell kraftmatning gör det naturligt att för svårtillgängliga platser välja sol/vindkraftaggregat. Tillgången på energi från solen och vinden varierar mycket i styrka över tiden och på ett slumpartat sätt, men normalt kompletterar de båda kraftkällorna varandra bra över en längre tidperiod.

Stationen blev driftsatt den 15 juli 1984 och har varit i drift tre år. För Compañía Argentina de Teléfonos S.A. har valet av ERIGEN från Ericssons kraftdivision uppfyllt förväntningarna vad gäller funktion och tillförliglighet. Sedan systemets goda prestanda blivit konstaterade har utbyggnad av relästationen med digitala länkar mot andra orter beslutats. Med dessa projekt planerade, har väderleksdata börjat samlas in. Från lämpliga givare överförs data automatiskt till den bemannade terminalstationen. Det blir därigenom möjligt att i detalj bedöma hur mycket energi sol respektive vind kan lämna och hur mycket minidieseln behöver utnyttjas. Denna kunskap kommer att utnyttjas vid senare utbyggnader.

Fig 6
Mätningar i kontrolstativet för ERIGEN-systemet



Referenser

- 1 Åkerlund, J.: ERICSSON SUNWIND Ericsson Review 59 (1982):1, s40-47.
- 2 Olsson, J.: ERIGEN' datalogger för övervakning av sol- och vindkraft samt insamling av meteorologiska data. Ericsson Review 64 (1987):3 s110-115.