

হাতে-কলমে কর্মশালা

নিজের ADS-B রিসিভার বানান আর আপনার আকাশকে মানচিত্রে তুলুন

এই কোর্সের সবকিছু আপনার নিজের জানালা থেকে যাচাই করা যায়। এই কর্মশালা আপনাকে ঠিক ঠিক বলে কী কিনতে হবে, কীভাবে জোড়া লাগাতে হবে, একটি Raspberry Pi-তে Dataero ফিডার কীভাবে ইনস্টল করতে হবে, আর আপনি যে বিমানগুলো শোনে সেগুলো কীভাবে radar.dataero.eu-তে ফুটে উঠতে দেখবেন, আপনার স্টেশনের নামে। বেতার, ইলেকট্রনিক্স বা Linux-এর কোনো অভিজ্ঞতা লাগে না। বাজেট প্রায় 100 থেকে 150 ইউরো, এক বিকেল, আর আকাশ দেখা যায় এমন একটি জানালা।

শিখুন - <https://radar.dataero.eu/bn/learning/workshop> 2026-10-22

সূচিপত্র

শুরু করার আগে আপনি কী বানাবেন, আর কেন তা করার মতো

এক ছবিতে অংশগুলো কীভাবে একসঙ্গে বসে

কেনাকাটার তালিকা কী কিনবেন, অংশ ধরে ধরে

কোথায় বসবে অ্যান্টেনা বসানো: উচ্চতা, আকাশ ও কেবল

ধাপ 1 হার্ডওয়্যার জোড়া লাগানো

ধাপ 2 Raspberry Pi তৈরি করা

ধাপ 3 Dataero ফিডার ইনস্টল করা

ধাপ 4 লাইভ হওয়া, আর আপনার রিসিভার দাবি করা

ধাপ 5 সুর বাঁধা, আর যা দেখছেন তা বোঝা

যখন কাজ করে না সমস্যার সমাধান

তারপর চালু রাখা

একটি ক্লাস বা একটি পরিবারের জন্য রিসিভারকে একটি প্রকল্পে পরিণত করা

স্বাগতম ফিডাররা কী পান, আর মানচিত্রে আপনার কাছ থেকে কী পায়

শুরু করার আগে

আপনি কী বানাবেন, আর কেন তা করার মতো

একটি রিসিভার হলো এক সারিতে চারটি জিনিস: একটি অ্যান্টেনা, যা 1090 MHz তরঙ্গটি ধরে; একটি USB ডংগল, যা তরঙ্গকে সংখ্যায় বদলায়; একটি ছোট কম্পিউটার, যা সংখ্যাগুলোকে বার্তায় ডিকোড করে; আর একটি ইন্টারনেট সংযোগ, যা ডিকোড করা অবস্থানগুলো Dataero-তে পৌঁছে দেয়। ফিডার চালু হওয়ার মুহূর্ত থেকে আপনার অ্যান্টেনা যে বিমানই শোনে, তা radar.dataero.eu-এর লাইভ মানচিত্রে আঁকা হয়, সবার জন্য, উৎস হিসেবে আপনার স্টেশনের নামসহ। এই শৃঙ্খলের কিছুই সম্প্রচার করে না: আপনি কেবল শোনে, আর শোনা বৈধ বেলজিয়ামে, সমগ্র ইউরোপীয় ইউনিয়নে এবং দুনিয়ার বেশিরভাগ জায়গায় (আপনি অন্য কোথাও থাকলে আপনার দেশের গ্রহণকারী যন্ত্রপাতির নিয়ম দেখে নিন)।

কোর্স ব্যাখ্যা করেছে ব্যবস্থাটি কেন কাজ করে; রিসিভার আপনাকে তা পরীক্ষা করতে দেয়। আপনি অধ্যায় 7-এর বেতার দিগন্তকে বাস্তব বিমানের বিপরীতে মাপবেন, সংকেতের শক্তির কলামে বিপরীত বর্গ সূত্র দেখবেন, দিনের সময়ের সঙ্গে বার্তার হার বদলাতে দেখবেন, আর একটি জানালার অ্যান্টেনাকে একটি ছাদের অ্যান্টেনার সঙ্গে তুলনা করবেন। একটি পরিবারের জন্য এটি সেই প্রকল্প যা গল্পটি শেষ করে; একটি ক্লাসের জন্য এটি ছাদের একটি স্থায়ী যন্ত্র, যা সারা বছর বাস্তব তথ্য তৈরি করে।

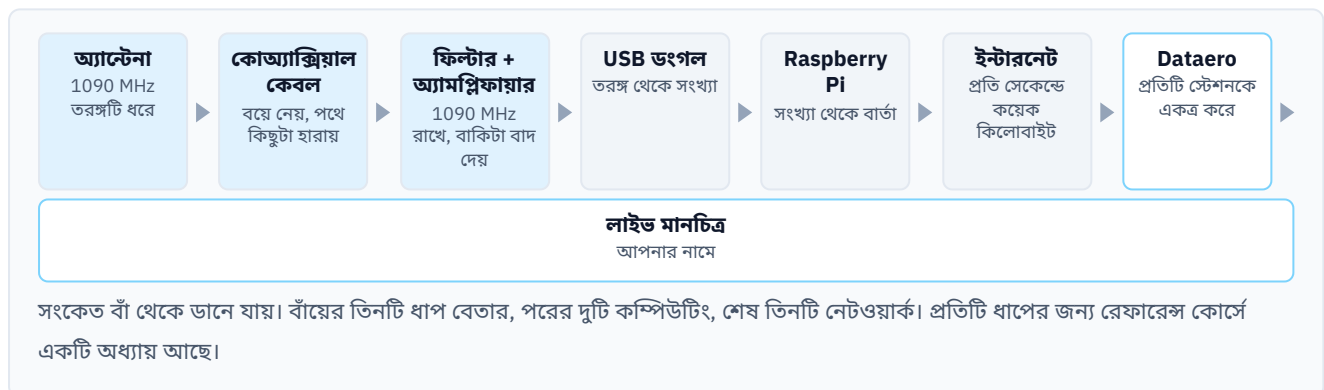
এটি আপনাকে একজন **ফিডার**ও করে তোলে। Dataero-র মানচিত্র পুরোটাই গড়া স্বেচ্ছাসেবক, বিমানবন্দর ও স্কুলের বসানো রিসিভার থেকে, আর মানচিত্র ততটাই ভালো, যতটা ভালো তার শ্রোতারা। একজন ফিডার বিনামূল্যে পান যা একজন দর্শক পান না: স্টেশন কী শোনে তার একটি ড্যাশবোর্ড, তার আকাশের টুকরোটির দ্বিমাত্রিক ও ত্রিমাত্রিক কভারেজ মানচিত্র, 365 দিনের ফ্লাইট ইতিহাস, আর নেটওয়ার্কের অন্য প্রতিটি স্টেশনের বিপরীতে লিডারবোর্ডে একটি জায়গা। কোনো টাকা লাগে না, কিছু সই করতে হয় না, আর একই রিসিভার আপনি আগে থেকে যে কোনো নেটওয়ার্ক ব্যবহার করেন তাতেও ফিড চালিয়ে যেতে পারে।

সময়, টাকা, দক্ষতা

টাকা: মৌলিক সংস্করণের জন্য 150 থেকে 200 ইউরো, নতুন কিনলে, উন্নত সংস্করণের জন্য 300 থেকে 420; আগে থেকে একটি Raspberry Pi থাকলে কম। **সময়:** যন্ত্রাংশ এসে পৌঁছালে এক বিকেল - প্রায় 30 মিনিট জোড়া লাগানো, 10 মিনিট মেমোরি কার্ড তৈরি করা, 10 মিনিট ফিডার ইনস্টল করা। **দক্ষতা:** একটি কানেক্টর স্কু করা, একটি টার্মিনালে তিনটি লাইন কপি করা। **চালানোর খরচ:** রিসিভার 4 থেকে 5 ওয়াট টানে, বছরে প্রায় 40 kWh, মোটামুটি 10 থেকে 15 ইউরোর বিদ্যুৎ।

এক ছবিতে

অংশগুলো কীভাবে একসঙ্গে বসে



অ্যান্টেনাতেই অধ্যায় 5 থেকে 8-এর পদার্থবিজ্ঞান ঘটে: এক-চতুর্থাংশ তরঙ্গের একটি ধাতুর টুকরো, প্রায় 65 mm লম্বা, 27.5 cm তরঙ্গের সঙ্গে অনুবাদ করে আর এক ওয়াটের কয়েক শতকোটি ভাগের এক ভাগকে একটি ক্ষুদ্র ভোল্টেজে বদলায়। কেবল সেই ভোল্টেজকে ডংগলে বয়ে নেয় আর সরু হলে প্রতি দশ মিটারে তার মোটামুটি অর্ধেক হারায়, এ কারণেই অ্যান্টেনা ডংগলের কাছে থাকা উচিত, নয়তো কেবল মোটা হওয়া উচিত। ফিল্টার ও অ্যামপ্লিফায়ার ঐচ্ছিক: ডংগলে পৌঁছানোর আগে এরা 1090 MHz সংকেতকে জোরালো করে আর মোবাইল ফোন ও FM রেডিওর ট্রান্সমিটারগুলো বাদ দেয়, যা নইলে ডংগলকে বধির করে দিত। ডংগল একটি সফটওয়্যার-নির্ধারিত রেডিও, যা তরঙ্গের নমুনা নেয় প্রতি সেকেন্ডে দুই মিলিয়ন বার আর সংখ্যাগুলো তুলে দেয় Raspberry Pi-কে, যেখানে ডিকোডার (readsb, dump1090-এর একটি উত্তরসূরি) অধ্যায় 4-এর প্রিঅ্যাম্বল খুঁজে পায়, 112টি বিট পড়ে, ক্রটি কোড পরীক্ষা করে আর যা ব্যর্থ হয় তা ফেলে দেয়। Dataero ফিডার তারপর ডিকোড করা বার্তাগুলো আপনার ইন্টারনেট সংযোগ দিয়ে Dataero-র ইনজেস্ট হাবে পাঠায়, যা আপনার স্টেশনকে অন্য প্রতিটি স্টেশনের সঙ্গে মিলিয়ে মানচিত্রটি গড়ে।

কেনাকাটার তালিকা

কী কিনবেন, অংশ ধরে ধরে

নিচের তালিকাটি সম্পূর্ণ: এই যন্ত্রাংশগুলো দিয়ে, আর কিছু ছাড়াই, আপনি ফিড করতে পারবেন। এটি দুটি সংস্করণে আছে। মৌলিক সংস্করণে একটি ছোট অ্যান্টেনা ঘরের ভেতরে, জানালায় বা চিলেকোঠায় থাকে, আর তা সিস্টেমটি কাজ করতে দেখার এবং প্রথম সন্ধ্যা থেকেই ফিড করার জন্য যথেষ্ট; উন্নত সংস্করণে একটি টিউন করা অ্যান্টেনা বাইরে বসে, ফিল্টারযুক্ত অ্যামপ্লিফায়ার ও কম-ক্ষতির কেবলসহ, এবং তা রেডিও দিগন্ত পর্যন্ত পৌঁছায়। দামগুলো আনুমানিক, নতুন, ভ্যাটসহ, এবং দোকান ও মাস অনুযায়ী বদলায়। কিনুন বোতামগুলো প্রতিটি যন্ত্রাংশ আপনার বেছে নেওয়া দেশের Amazon স্টোরে খোলে; একই যন্ত্রাংশ যেকোনো ইলেকট্রনিক্সের দোকানে পাওয়া যায়, আর কম্পিউটার Raspberry Pi-এর অফিশিয়াল বিক্রেতাদের কাছে (Raspberry Pi-এর ওয়েবসাইটে দেশ অনুযায়ী তালিকা আছে)। দোকান যা-ই হোক, ADS-B-এর জন্য বিক্রি হওয়া ডংগলটিই কিনুন, কারণ একই ডংগল টেলিভিশন টিউনার হিসেবে বিক্রি হলে প্রায়ই পুরোনো, বেশি গোলমালে সংস্করণ হয়।

কম্পিউটার: একটি Raspberry Pi

2 GB মেমোরির একটি Raspberry Pi 4 Model B সঠিক পছন্দ: এটি নিজের ক্ষমতার সামান্য অংশ দিয়েই 1090 MHz ডিকোড করে, এতে চারটি USB পোর্ট, তারযুক্ত Ethernet ও Wi-Fi আছে, আর এটি কেস ও পাওয়ার সাপ্লাইসহ কীট হিসেবে বিক্রি হয়। একটি Raspberry Pi 5 সমান ভালো কাজ করে আর দাম একটু বেশি; একটি Raspberry Pi 3B+ আগে থেকে থাকলে কাজ করে; একটি Raspberry Pi Zero 2 W কাজ করে, কিন্তু USB-র বিদ্যুতে টানাটানি, তাই প্রথম বানানোর জন্য এড়িয়ে যাওয়াই ভালো। আপনার মডেলের **অফিশিয়াল পাওয়ার সাপ্লাই** কিনুন (দুর্বল ফোন চার্জার হলো এলোমেলোভাবে রিবুট হওয়া রিসিভারের সবচেয়ে সাধারণ কারণ), একটি পরিচিত ব্র্যান্ডের **16 বা 32 GB-র microSD কার্ড**, আর কিছুটা বাতাস চলাচলের ব্যবস্থাসহ একটি **কেস**, কারণ ডংগল ও প্রসেসর দুটোই গরম হয়। কীটে না থাকলে ছোট হিটসিংক সেটটি যোগ করুন। কম্পিউটারের জন্য 50 থেকে 70 ইউরো, পাওয়ার সাপ্লাইয়ের জন্য 10 থেকে 15, কার্ডের জন্য 10 আর কেসের জন্য 10 ধরে রাখুন।

রেডিও: একটি RTL-SDR ডংগল

ডংগলটি একটি RTL2832U চিপ ও একটি R820T2 বা R860 টিউনারকে ঘিরে গড়া একটি সফটওয়্যার-নির্ধারিত রেডিও, অধ্যায় 9-এ বর্ণিত সেই একই পরিবারের। **ADS-B-এর জন্য বিক্রি হওয়া** একটি কিনুন। শুরু করার সেরা পছন্দ হলো **অন্তর্নির্মিত 1090 MHz ফিল্টার ও অ্যামপ্লিফায়ারসহ** একটি ডংগল (FlightAware Pro Stick Plus সবচেয়ে পরিচিত; AirNav-এর FlightStick একই ধরনের): যে ফিল্টার ও লো-নয়েজ অ্যামপ্লিফায়ার আপনাকে নইলে আলাদা কিনতে হতো, তা স্টিকের ভেতরেই আছে, আর শহরে এটি একটি সাধারণ ডংগলের চেয়ে দুই থেকে তিন গুণ দূর থেকে শোনে। একটি সাধারণ ব্যবহারের ডংগলও (RTL-SDR Blog V4, একটি Nooelec NESDR SMArTee) কাজ করে আর পরে অন্য কিছু শুনতে চাইলে বেশি বহুমুখী, কিন্তু মোবাইল ফোনের টাওয়ারের কয়েক কিলোমিটারের মধ্যে থাকলে নিচে বর্ণিত বাইরের ফিল্টারটি যোগ করুন। যেটিই কিনুন, অ্যান্টেনার কানেক্টর দেখে নিন: **SMA** হলো মানদণ্ড আর এই তালিকার প্রতিটি অ্যান্টেনা ও কেবল তা ব্যবহার করে; ছোট MCX কানেক্টরের ডংগল এড়িয়ে চলুন, যার জন্য একটি অ্যাডাপ্টার লাগে আর যা ভেঙে যায়। 30 থেকে 45 ইউরো ধরে রাখুন।

অ্যান্টেনা

ডংগলের বাক্সে যে ছোট চুম্বক-লাগানো অ্যান্টেনা আসে, থাকলে, তা দিয়ে শুরু করুন: জানালায় একটি ধাতব পৃষ্ঠের উপর এটি 80 থেকে 150 km দূরের বিমান শোনে আর প্রথম সন্ধ্যায় ব্যবস্থাটি কাজ করতে দেখার জন্য যথেষ্ট। কিন্তু সত্যিকারের রিসিভারের জন্য চাই একটি **1090 MHz-এ সুর-বাঁধা অ্যান্টেনা**, আর এটিই সেই অংশ যেখানে টাকা বাঁচাতে যাবেন না: আবহাওয়া-নিরোধী একটি নলের ভেতরে একটি স্তরে সাজানো কোলিনিয়ার, 60 থেকে 70 cm লম্বা, 4 থেকে 6 dBi গেইনসহ আর নিচে একটি N বা SMA কানেক্টর (FlightAware-এর 1090 MHz অ্যান্টেনা ও Jetvision-এর A3 সাধারণ পছন্দ, 50 থেকে 70 ইউরো)। এটি তৈরি করা হয় ঠিক অধ্যায় 8-এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য অনুবাদ করতে আর তার সংবেদনশীলতাকে দিগন্তের দিকে কেন্দ্রীভূত করতে, যেখানে দূরের বিমানগুলো থাকে; বাইরে, খোলা দৃষ্টিরেখাসহ একটি ছোট মাস্টে, এটি বেতার দিগন্ত পর্যন্ত পৌঁছায়, ক্রুজ উচ্চতার বিমানের জন্য 350 থেকে 450 km। তার কেটে ঘরে বানানো অ্যান্টেনা একটি শ্রেণিকক্ষের পরীক্ষা, রিসিভার নয়: কয়েক মিলিমিটারের ভুলে তার সুর কেটে যায় আর কারখানায় সুর-বাঁধা একটি অ্যান্টেনা যা শোনে তার সামান্য একটি অংশই সে শোনে।

কেবল ও কানেক্টর

অ্যান্টেনা Pi-এর পাশেই থাকলে সরু, নমনীয় ধরনের একটি **1 থেকে 3 m SMA পুরুষ থেকে SMA পুরুষ কেবল** (এক মিটারের জন্য RG-174, তিন মিটারের জন্য RG-58 বা H155) যথেষ্ট। পথ যত লম্বা, কেবল তত মোটা হতে হবে: 1090 MHz-এ একটি সরু কেবল প্রতি দশ মিটারে প্রায় 3 dB, অর্ধেক সংকেত, হারায়, যেখানে LMR-400 বা H1000-এর মতো একটি মোটা কম-ক্ষয়ের কেবল হারায় প্রায় 1.3 dB। তাই Pi থেকে 15 m দূরের একটি ছাদের অ্যান্টেনার জন্য চাই LMR-400 বা অ্যান্টেনায় একটি ফিল্টারযুক্ত অ্যামপ্লিফায়ার, বা দুটোই। কেবলটি কানেক্টর লাগানো অবস্থায় মাপমতো বানিয়ে কিনুন (অ্যান্টেনায় N সকেট থাকলে অ্যান্টেনার প্রান্তে N পুরুষ, ডংগলের প্রান্তে SMA পুরুষ), কারণ হাতে একটি N কানেক্টর লাগাতে একটি ক্রিম্পিং যন্ত্র ও অভ্যাস লাগে। একটি ছোট কেবলের জন্য 10 ইউরো, একটি লম্বা কম-ক্ষয়ের কেবলের জন্য 30 থেকে 60 ধরে রাখুন। ডংগলকে Pi থেকে দূরে সরাতে একটি **ছোট USB এক্সটেনশন কেবল**, 30 থেকে 50 cm, যোগ করুন: সরাসরি বোর্ডে লাগানো একটি ডংগল প্রসেসরের নিজের বেতার গোলমাল ধরে আর পাশের পোর্টটি আটকে রাখে।

ফিল্টার ও অ্যামপ্লিফায়ার (ঐচ্ছিক, কিন্তু টাকায় কেনা সবচেয়ে সস্তা পাল্লা)

আপনার ডংগলে অন্তর্নির্মিত ফিল্টার না থাকলে কেবল ও ডংগলের মাঝে একটি **1090 MHz ব্যান্ড-পাস ফিল্টার** (20 থেকে 25 ইউরো, SMA ইন ও আউট) মোবাইল ফোন, FM, টেলিভিশন ও পেজারের সংকেতগুলো সরিয়ে দেয়, যা একটি সাধারণ ডংগলও গ্রহণ করে আর যা শহরের কাছে একে অতিভারিত করে। আরও ভালো হলো একটি **ফিল্টারযুক্ত লো-নয়েজ অ্যামপ্লিফায়ার** (প্রায় 35 ইউরো; RTL-SDR Blog 1090 LNA ও Uputronics প্রিঅ্যামপ্লিফায়ার সাধারণগুলো), একটি লম্বা কেবলের অ্যান্টেনা-প্রান্তে বসানো: কেবল সংকেত হারানোর আগেই এটি তা বিবর্ধিত করে, আর ডংগল কেবলের মধ্য দিয়েই একে বিদ্যুৎ দেয় (একটি *বায়াস টি*, যা ডংগলকে সমর্থন করতে হবে; Blog V4, Pro Stick Plus ও SMArTee সবগুলোই করে)। একটি লম্বা কেবলের Pi-প্রান্তে অ্যামপ্লিফায়ার প্রায় অকেজো, কারণ কেবল যা ইতিমধ্যে হারিয়েছে এটি তা-ই বিবর্ধিত করে।

যন্ত্রপাতি ও বাকিটা

মেমোরি কার্ড লিখতে আপনার লাগবে SD কার্ড রিডারসহ একটি কম্পিউটার (বা একটি USB কার্ড রিডার, 5 ইউরো), আপনার বাড়ির রাউটারের Wi-Fi পাসওয়ার্ড বা একটি খালি Ethernet পোর্ট ও কেবল, আর অ্যান্টেনার জন্য একটি জানালার তাক, চিলেকোঠার একটি কড়িকাঠ বা দুটি দেয়াল-ব্র্যাকেটসহ একটি ছোট মাস্ট। বাইরের অ্যান্টেনার জন্য

কানেক্টর সিল করতে সেলফ-অ্যামালগামেটিং টেপ (3 ইউরো), কেবল টাই আর ড্রিপ লুপের জন্য কয়েক মিটার বাড়তি কেবল যোগ করুন। একটি ছোট স্ক্রুড্রাইভার ও কাঁচিই একমাত্র যন্ত্র।

মৌলিক সংস্করণ ছোট অ্যান্টেনা ঘরের ভেতরে, জানালায় বা চিলেকোঠায় - 50 থেকে 150 km - 150 থেকে 200 EUR

যন্ত্রাংশ	কী কাজে লাগে	Amazon-এ কিনুন
Raspberry Pi 4 কিট Model B, 2 বা 4 GB, অফিশিয়াল পাওয়ার সাপ্লাই, বাতাস চলাচলের কেস ও 32 বা 64 GB microSD কার্ডসহ, সবই কিটে; Raspberry Pi 5 কিটও সমান ভালো	বার্তা ডিকোড করে এবং Dataero ফিডার চালায়	https://radar.dataero.eu/go/pi
AirNav Radar FlightStick ডংগল USB সফটওয়্যার-ডিফাইন্ড রেডিও, ভেতরে 1090 MHz ফিল্টার ও অ্যামপ্লিফায়ার, SMA সকেট; FlightAware Pro Stick Plus, যতদিন পাওয়া যায়, সমতুল্য	রেডিও তরঙ্গকে সংখ্যায় বদলায়; ভেতরের ফিল্টার ও অ্যামপ্লিফায়ারই শহরে এর পাল্লা দেয়	https://radar.dataero.eu/go/sdr
USB এক্সটেনশন কেবল, 30 থেকে 50 cm USB 2.0, A মেল থেকে A ফিমেল	ডংগলকে প্রসেসরের নিজের রেডিও গোলমাল থেকে দূরে সরায় এবং পাশের পোর্ট খালি রাখে	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
চুষক বেসসহ ছোট 1090 MHz অ্যান্টেনা ADS-B-এর জন্য টিউন করা, নিজের কেবল ও SMA মেল প্লাগসহ	জানালায় তরঙ্গ ধরে; ধাতব পৃষ্ঠে রাখলে 50 থেকে 150 km দূরের উড়োজাহাজ শোনে	https://radar.dataero.eu/go/antenna-indoor

উন্নত সংস্করণ ছোট মাস্তুলে বাইরের অ্যান্টেনা, দীর্ঘ পাল্লার জন্য - 250 থেকে 400 km - 300 থেকে 420 EUR

যন্ত্রাংশ	কী কাজে লাগে	Amazon-এ কিনুন
Raspberry Pi 4 কিট Model B, 2 বা 4 GB, অফিশিয়াল পাওয়ার সাপ্লাই, বাতাস চলাচলের কেস ও 32 বা 64 GB microSD কার্ডসহ, সবই কিটে; Raspberry Pi 5 কিটও সমান ভালো	বার্তা ডিকোড করে এবং Dataero ফিডার চালায়	https://radar.dataero.eu/go/pi
AirNav Radar FlightStick ডংগল USB সফটওয়্যার-ডিফাইন্ড রেডিও, ভেতরে 1090 MHz ফিল্টার ও অ্যামপ্লিফায়ার, SMA সকেট; FlightAware Pro Stick Plus, যতদিন পাওয়া যায়, সমতুল্য	রেডিও তরঙ্গকে সংখ্যায় বদলায়; ভেতরের ফিল্টার ও অ্যামপ্লিফায়ারই শহরে এর পাল্লা দেয়	https://radar.dataero.eu/go/sdr

যন্ত্রাংশ	কী কাজে লাগে	Amazon-এ কিনুন
USB এক্সটেনশন কেবল, 30 থেকে 50 cm USB 2.0, A মেল থেকে A ফিমেল	ডংগলকে প্রসেসরের নিজের রেডিও গোলমাল থেকে দূরে সরায় এবং পাশের পোর্ট খালি রাখে	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
FlightAware 1090 MHz বাইরের অ্যান্টেনা আবহাওয়ারোধী নলের ভেতরে কোলিনিয়ার, 66 cm, N ফিমেল সকেট; Jetvision-এর A3 বিকল্প	ঠিক 27.5 cm-এ অনুরণিত হতে আর দিগন্তের দিকে তাকাতে তৈরি: বাইরে, খোলা দৃশ্যে, এটি রেডিও দিগন্ত পর্যন্ত পৌঁছায়	https://radar.dataero.eu/go/antenna-outdoor
ফিল্টারযুক্ত 1090 MHz অ্যামপ্লিফায়ার RTL-SDR Blog ADS-B LNA, Nooelec SAWbird+ ADS-B বা Uputronics প্রিঅ্যামপ্লিফায়ার, কেবলের মাধ্যমে বিদ্যুৎ পায় (bias tee)	অ্যান্টেনায় লাগানো, কেবল সংকেত হারানোর আগেই তা জোরালো করে	https://radar.dataero.eu/go/lna
N মেল থেকে SMA মেল অ্যাডাপ্টার অ্যান্টেনার N সকেট ও অ্যামপ্লিফায়ারের SMA সকেটের মাঝে	অ্যান্টেনাকে অ্যামপ্লিফায়ারের সঙ্গে জোড়ে	https://radar.dataero.eu/go/adapter
কম-ক্ষতির কোঅক্সিয়াল কেবল, 10 m LMR-400 বা H1000, দুই প্রান্তে SMA মেল, কানেক্টর লাগানো অবস্থায় মাপমতো কাটা	ছাদ থেকে ডংগল পর্যন্ত সংকেত বয়ে নেয়, প্রতি 10 m-এ মাত্র প্রায় 1.3 dB হারায়	https://radar.dataero.eu/go/coax
দেয়ালের ব্র্যাকেটসহ ছোট মান্ডুল প্রায় 1 m লম্বা, 30 থেকে 40 mm ব্যাস, দুটি ব্র্যাকেটসহ	অ্যান্টেনাকে ছাদের রেখার ওপরে, দেয়াল ও চিমনি থেকে দূরে তোলে	https://radar.dataero.eu/go/mount
সেলফ-অ্যামালগামেটিং টেপ এক রোল	বাইরের প্রতিটি কানেক্টরকে বৃষ্টি থেকে সিল করে	https://radar.dataero.eu/go/tape

Amazon Associate হিসেবে Dataero Europe এই লিংকগুলোর মাধ্যমে করা যোগ্য কেনাকাটা থেকে আয় করে, আপনার কোনো বাড়তি খরচ ছাড়াই। দাম, স্টক ও ডেলিভারি Amazon যা দেখায় তা-ই; একই যন্ত্রাংশ যেকোনো ইলেকট্রনিক্সের দোকান থেকে কেনা যায়।

কী কিনবেন না

নামহীন চিপ ও MCX কানেক্টরসহ 10 ইউরোর একটি টেলিভিশন স্টিক (এক সপ্তাহ কাজ করে, সরে যায়, অতিরিক্ত গরম হয় আর দুর্বল বার্তাগুলো হারায়); একটি 'ওয়াইডব্যান্ড' ডিসকোন বা গাড়ির রেডিওর অ্যান্টেনা (1090 MHz-এ অনুবাদী নয়; দৈর্ঘ্য কেন গুরুত্বপূর্ণ তা অধ্যায় ৪ ব্যাখ্যা করে); দেখতে ঠিক কানেক্টরসহ একটি Wi-Fi বা 4G অ্যান্টেনা (ভুল কম্পাঙ্ক); নিজে-ক্রিম্প-করার কানেক্টরসহ একটি লম্বা কেবল; পাওয়ার সাপ্লাই হিসেবে একটি ফোন চার্জার; অজানা উৎসের একটি পুরোনো Raspberry Pi, যাতে আগে থেকে একটি কার্ড লাগানো।

কোথায় বসবে

অ্যান্টেনা বসানো: উচ্চতা, আকাশ ও কেবল

দামের চেয়ে জায়গা বড়। অধ্যায় 7-এর বেতার দিগন্তের সূত্র, $d = 4.12 \times (\sqrt{h \text{ বিমান}} + \sqrt{h \text{ অ্যান্টেনা}})$ উচ্চতা মিটারে, বলে যে জানালার তাকে 2 m উচ্চতার একটি অ্যান্টেনা 11 000 m উপরের একটি যাত্রীবাহী বিমানকে 438 km পর্যন্ত দেখে, আর 20 m-এর ছাদে একই অ্যান্টেনা মাত্র 13 km বেশি। উচ্চতার চেয়ে অনেক বেশি গুরুত্বপূর্ণ হলো **পথে কী আছে**: একটি দেয়াল, একটি পাহাড়, একটি ধাতব ছাদ বা পাশের একটি ভবন দৃষ্টিরেখা পুরোপুরি আটকে দেয়, আর বিমানপথের উল্টো দিকে মুখ করা একটি জানালা অর্ধেক আকাশ শোনে। তাই প্রথম প্রশ্ন 'কত উঁচুতে' নয়, বরং 'অ্যান্টেনা কী দেখতে পায়', আর উত্তর হওয়া উচিত: যতটা সম্ভব আকাশ, দিগন্ত পর্যন্ত, যত বেশি দিকে সম্ভব।

জানালায়, পারলে অ্যান্টেনাটি কাচের বাইরের দিকে রাখুন (বারান্দার রেলিংয়ে, একটি ইস্পাতের পাতে চুম্বক দিয়ে আটকে), নয়তো ভেতরের তাকে কাচের গা ঘেঁষে; ধাতব প্রলেপসহ আধুনিক ডাবল গ্ল্যাজিং সংকেতকে লক্ষণীয়ভাবে দুর্বল করে, আর যে জানালা খোলে তা দিয়ে কেবল বাইরে যেতে পারে। যে জানালা নিকটতম বিমানবন্দর বা ব্যস্ততম বিমানপথের দিকে মুখ করা সেটি বেছে নিন; লাইভ মানচিত্র বলে দেয় কোনটি। **চিলেকোঠায়**, টালি বা স্লেটের ছাদ 1090 MHz-এর জন্য প্রায় স্বচ্ছ আর অ্যান্টেনা প্রতিটি দিক দেখে; একটি ধাতব ছাদ বা ফয়েল-লাগানো ইনসুলেশন অস্বচ্ছ। অ্যান্টেনাটি একটি কড়িকাঠ থেকে ঝোলান, ছাদের চূড়া যতটা উঁচুতে দেয়, পানির ট্যাংক ও তারের থেকে দূরে। **ছাদে**, দুটি দেয়াল-ব্র্যাকেটে চূড়ার এক মিটার উপরে একটি মাস্ট চিমনি ও প্রতিবেশীদের ছাড়িয়ে যায়; এটিই সেই জায়গা যা বেতার দিগন্ত পর্যন্ত পৌঁছায়, আর যার জন্য একটি মোটা কেবল বা অ্যান্টেনায় একটি অ্যামপ্লিফায়ার লাগে।

কেবল	1090 MHz-এ প্রতি 10 m-এ ক্ষয়	10 m পরে অবশিষ্ট সংকেত	ব্যবহার
RG-174 (ব্যাস 2.8 mm)	প্রায় 7 dB	20 %	ভেতরে, 1 m-এর কম
RG-58 (ব্যাস 5 mm)	প্রায় 5 dB	30 %	ভেতরে, 1 থেকে 3 m
H155 / LMR-200 (ব্যাস 5.5 mm)	প্রায় 3 dB	50 %	5 m পর্যন্ত
LMR-400 / H1000 (ব্যাস 10 mm)	প্রায় 1.3 dB	75 %	10 থেকে 20 m-এর ছাদের পথ
অ্যান্টেনায় অ্যামপ্লিফায়ার + যেকোনো কেবল	ক্ষয় কেবলের আগেই পুষিয়ে নেওয়া	প্রায় পুরোটা	যেকোনো লম্বা পথ

নিরাপত্তা

কখনোই এমন জায়গায় অ্যান্টেনা বসাবেন না যেখানে এটি মাথার উপরের বিদ্যুৎ লাইন ছুঁতে বা তার উপর পড়তে পারে; ভবনে বজ্রনিরোধক থাকলে একে ছাদের সর্বোচ্চ বিন্দুর নিচে রাখুন, আর নইলে মেনে নিন যে 1 m মাস্টে একটি ছোট প্লাস্টিকের অ্যান্টেনা চিমনির চেয়ে বেশি বজ্রপাত টানে না, কিন্তু বজ্রঝড়ে ডংগলটি খুলে রাখুন। ছাদের কাজ একজন বয়স্কের, দিনের আলোয়, কেউ মই ধরে থাকা অবস্থায়; একটি চিলেকোঠা বা একটি জানালা কোনো ঝুঁকি ছাড়াই ফলের 80 % দেয়। বাইরের প্রতিটি কানেক্টর সেলফ-অ্যামালগামেটিং টেপ দিয়ে সিল করুন আর ঢোকার জায়গার নিচে কেবলে একটি লুপ রাখুন, যাতে বৃষ্টির পানি ভেতরে না গিয়ে টপকে পড়ে। রিসিভার কেবল শোনে: এখানে কিছুই বিকিরণ করে না।

ধাপ 1

হার্ডওয়্যার জোড়া লাগানো

জোড়া লাগানো মানে কানেক্টরগুলো একসঙ্গে স্ক্রু করা; ঠিক করার একমাত্র জিনিস হলো প্রতিটিকে হাতে ততক্ষণ টাইট করা যতক্ষণ না ঘোরা থামে, কোনো যন্ত্র ছাড়া, আর কানেক্টরের এক হাত চওড়ার মধ্যে কেবলকে তীক্ষ্ণভাবে না বাঁকানো।

1. কিটে থাকলে Pi-তে হিটসিংকগুলো লাগান, Pi-টি তার কেসে বসান আর আপাতত ঢাকনা খোলা রাখুন।
2. অ্যান্টেনার কেবলটি অ্যান্টেনায় স্ক্রু করুন (N বা SMA, হাতে টাইট), আর আলাদা ফিল্টার বা অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করলে তা কেবলের ডংগল-প্রান্তে স্ক্রু করুন: অ্যান্টেনা, কেবল, ফিল্টার বা অ্যামপ্লিফায়ার, ডংগল, এই ক্রমে। অ্যান্টেনায় বসানো অ্যামপ্লিফায়ার এর বদলে অ্যান্টেনা ও কেবলের মাঝে যায়।
3. কেবলটি ডংগলের SMA সকেটে স্ক্রু করুন। ডংগলটি USB এক্সটেনশন কেবলে আর এক্সটেনশনটি Pi-এর নীল USB 3 পোর্টগুলোর একটিতে লাগান (যেকোনো পোর্ট কাজ করে; নীলগুলো Wi-Fi অ্যান্টেনা থেকে সবচেয়ে দূরে)।
4. উপরে যেখানে ঠিক করেছেন সেখানে অ্যান্টেনাটি বসান আর কেবলটি মৃদু বাঁকে নিয়ে যান। ডংগলটি এমন কোথাও রাখুন যেখানে বাতাস পায়; এটি ঠুলে গরম লাগে, যা স্বাভাবিক।
5. Ethernet ব্যবহার করলে কেবলটি রাউটারে লাগান। বিদ্যুৎ এখনই লাগাবেন না: আগে মেমোরি কার্ড।

ধাপ 2

Raspberry Pi তৈরি করা

Pi-এর মেমোরি কার্ডে একটি অপারেটিং সিস্টেম লাগে, আর আপনার নিজের কম্পিউটার থেকে এতে কমান্ড টাইপ করার একটি উপায়। দুটোতেই দশ মিনিট লাগে আর দুটোই হয় একটি প্রোগ্রামে ক্লিক করে, **Raspberry Pi Imager**, যা আপনি Raspberry Pi-এর ওয়েবসাইট থেকে Windows, macOS বা Linux-এর জন্য বিনামূল্যে ডাউনলোড করেন।

1. microSD কার্ডটি আপনার কম্পিউটারে ঢোকান। Raspberry Pi Imager খুলুন। 'Raspberry Pi Device'-এর নিচে আপনার মডেল বেছে নিন; 'Operating System'-এর নিচে **Raspberry Pi OS (other)**, তারপর **Raspberry Pi OS Lite (64-bit)** বেছে নিন, ডেস্কটপ ছাড়া সংস্করণটি, কারণ রিসিভারে কখনো পর্দা থাকে না; 'Storage'-এর নিচে কার্ডটি বেছে নিন।
2. Next ক্লিক করুন আর Imager যখন OS কাস্টমাইজেশন সেটিংস প্রয়োগ করার প্রস্তাব দেয়, **Edit settings** ক্লিক করুন। General ট্যাবে hostname দিন **adsb** (যাতে Pi adsb.local নামে সাড়া দেয়), 'Set username and password'-এ টিক দিন আর দুটোই বেছে নিন (লিখে রাখুন), আর Ethernet কেবল ব্যবহার না করলে আপনার দেশসহ Wi-Fi-এর নাম ও পাসওয়ার্ড দিন; আপনার সময় অঞ্চল ঠিক করুন। Services ট্যাবে পাসওয়ার্ড প্রমাণীকরণসহ **Enable SSH**-এ টিক দিন। সেভ করুন, তারপর কার্ডটি মুছে ফেলা হবে তা নিশ্চিত করুন আর Imager-কে তা লিখতে ও যাচাই করতে দিন।
3. কার্ডটি Pi-তে ঢোকান, পাওয়ার সাপ্লাই লাগান আর দুই মিনিট অপেক্ষা করুন: চালু হওয়ার সময় সবুজ আলোটি মিটমিট করে, আর প্রথমবার চালু হতে বেশি সময় লাগে।
4. আপনার কম্পিউটারে একটি টার্মিনাল খুলুন: Windows-এ PowerShell (Start মেনুতে খুঁজুন); Mac-এ Terminal; Linux-এ যেকোনো টার্মিনাল। আপনার বেছে নেওয়া ব্যবহারকারীর নাম দিয়ে নিচের কমান্ডটি টাইপ করুন, Enter চাপুন, ফিস্কারপ্রিন্টের প্রশ্নে **yes** উত্তর দিন, তারপর আপনার পাসওয়ার্ড টাইপ করুন (টাইপ করার সময় কিছু দেখা যায় না) আর Enter চাপুন। প্রম্পট বদলে Pi-এর হয়ে যায়: আপনি এখন রিসিভারে টাইপ করছেন।

```
ssh <username>@adsb.local
```

adsb.local খুঁজে না পাওয়া গেলে আপনার রাউটার স্থানীয় নাম পার করে না: এর ওয়েব পাতা খুলুন, সংযুক্ত যন্ত্রের তালিকা খুঁজুন, Pi-এর IP ঠিকানা (192.168.1.42-এর মতো কিছু) টুকে নিন আর নামের বদলে সেটি ব্যবহার করুন। সংযুক্ত হওয়ার পর সিস্টেমটি হালনাগাদ করুন আর git ইনস্টল করুন, যে যন্ত্রটি ফিডার ডাউনলোড করে; লাইনটি কপি করুন, পেস্ট করুন, Enter চাপুন আর অপেক্ষা করুন। প্রথমবার হালনাগাদে দশ মিনিট লাগতে পারে।

```
sudo apt update && sudo apt full-upgrade -y && sudo apt install -y git
```

ধাপ 3

Dataero ফিডার ইনস্টল করা

Dataero ফিডার একটি ছোট, ওপেন-সোর্স প্রোগ্রাম, যা Dataero GitHub-এ প্রকাশ করেছে (github.com/dataero-adsb/dataero-adsb-feeder)। এর ইনস্টলার একটি রিসিভারের যা যা লাগে সবই করে: Pi-তে ডিকোডার (readsb) না থাকলে তা ইনস্টল করে, আপনার রিসিভারকে Dataero-তে নিবন্ধন করে, তার অনন্য রিসিভার ID তৈরি করে, যে সার্ভিসগুলো বার্তা পাঠায় ও সংযোগ জীবিত রাখে সেগুলো চালু করে, আর শেষে পরীক্ষা করে যে Dataero আপনাকে শুনতে পাচ্ছে। চালানোর আগে আপনি এর প্রতিটি লাইন GitHub-এ পড়তে পারেন। তিনটি কমান্ড, Pi-তে টাইপ করা, একটির পর একটি:

```
git clone https://github.com/dataero-adsb/dataero-adsb-feeder
cd dataero-adsb-feeder
sudo bash installer.sh
```

ইনস্টলার কয়েকটি প্রশ্ন করে। প্রতিটির মানে কী আর কী উত্তর দেবেন তা এখানে।

ইনস্টলার জিজ্ঞেস করে	এর মানে	কী উত্তর দেবেন
Do you want to automatically install readsb? (yes/no)	এই Pi-তে কোনো ডিকোডার পাওয়া যায়নি; readsb সেই প্রোগ্রাম যা ডংগলের নমুনাগুলোকে বার্তায় বদলায়।	yes টাইপ করুন, পুরোটা। অন্য যেকোনো উত্তরে ইনস্টলার থেমে যায়। ডাউনলোড ও বিন্ধে কয়েক মিনিট লাগে।
Station name (optional)	মানচিত্রে ও লিডারবোর্ডে আপনার রিসিভারের সঙ্গে যে নামটি দেখানো হয়।	একটি ছোট নাম: আপনার শহর আর একটি শব্দ, একটি স্কুলের নাম। পরে ইনস্টলারটি আবার চালিয়ে তা বদলানো যায়।
Enable MLAT for this receiver? (y/N)	মাল্টিপ্যাটারেশন (অধ্যায় 10): আপনার রিসিভারের সময়-পরিমাপ সেই বিমানগুলোর অবস্থান বের করতে সাহায্য করে যারা কোনো অবস্থান পাঠায় না। এর জন্য অ্যান্টেনার সঠিক অবস্থান লাগে।	প্রথম ইনস্টলে n, বা আপনি অ্যান্টেনার অবস্থান কয়েক মিটারের মধ্যে দিতে পারলে y।
Latitude, Longitude, Antenna altitude (metres)	অ্যান্টেনা কোথায় আছে। MLAT-এর সঙ্গে বাধ্যতামূলক, নইলে ঐচ্ছিক; আপনার কভারেজ মানচিত্র ও পাল্লার পরিসংখ্যানে ব্যবহৃত হয়।	দশমিক ডিগ্রি, বিন্দু দিয়ে (50.8467, 4.3525), সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা মিটারে: আপনার ঠিকানার ভূমির উচ্চতা যোগ ভূমি থেকে অ্যান্টেনার উচ্চতা।

অবস্থান খুঁজতে যেকোনো অনলাইন মানচিত্র খুলুন, অ্যান্টেনার ঠিক জায়গাটিতে রাইট-ক্লিক করুন আর স্থানাঙ্ক কপি করুন; বেশিরভাগ মানচিত্র ছয় দশমিক দেখায়, যা এক মিটারের দশ ভাগের এক ভাগের নির্ভুলতা। ভূমির উচ্চতা একটি টপোগ্রাফিক মানচিত্রে বা একটি GPS অ্যাপের 'elevation' ঘরে আছে; এর সঙ্গে ভূমি থেকে অ্যান্টেনার উচ্চতা যোগ করুন (দোতলার একটি জানালা প্রায় 6 m, দোতলা বাড়ির ছাদের চূড়া প্রায় 9 m)। একটি ফোনের নিজের উচ্চতা প্রায়ই দশ-বিশ মিটার ভুল থাকে, তাই ভূমির জন্য মানচিত্র আর বাকিটার জন্য একটি ফিতা ব্যবহার করুন। আন্দাজ করা অবস্থান দিয়ে MLAT চালু করবেন না: যে রিসিভারের সময়-পরিমাপ অন্য কোথাও থেকে 'আমি এখানে' বলে, সে যে সমাধানে অংশ নেয় তার প্রতিটিকে খারাপ করে।

ইনস্টলার তারপর কয়েক মিনিট কাজ করে আর **Installation complete** দিয়ে শুরু হওয়া একটি ব্যানার দিয়ে শেষ করে। এটি ছাপে আপনার **রিসিভার ID**, অক্ষর ও অঙ্কের একটি লম্বা কোড (একটি UUID), আপনার স্টেশন যে Dataero হবে সংযুক্ত, আর Dataero-র সঙ্গে প্রথম যোগাযোগের ফল: রেজিস্ট্রার যখন রিসিভারের হার্টবিট গ্রহণ করে, আপনার স্টেশন লাইভ। রিসিভার ID আপনার স্টেশনের চাবি: এটি প্রতিটি বার্তার সঙ্গে যায় আর এটিই আপনি আপনার অ্যাকাউন্টে পেস্ট করে রিসিভারটি দাবি করেন। একে নিজের কাছে রাখুন, কারণ যে অ্যাকাউন্ট প্রথম একে লিংক করে, রিসিভারটি তার। কখনো হারিয়ে ফেললে এটি Pi-তে রাখা আছে:

```
sudo grep RECEIVER_UUID /usr/local/dataero-adsb-feeder/.env
```

ইনস্টলার যা চালু রেখে যায়

তিনটি ছোট সার্ভিস, যা প্রতিটি বুটে নিজে থেকে চালু হয়: *readsb*, ডিকোডার, যা একটি স্থানীয় মানচিত্রও পরিবেশন করে; *dataero-readsb*, দ্বিতীয় একটি, কেবল-নেটওয়ার্কের ডিকোডার ইনস্ট্যান্স, যা আপনার বার্তাগুলোর একটি সংক্ষিপ্ত ধারা Dataero-র হাবে পাঠায়; আর *dataero-feeder*, সেই হার্টবিট যা Dataero-কে বলে আপনার স্টেশন জীবিত। MLAT চালু থাকলে চতুর্থ একটি, *dataero-mlat*। পরে ইনস্টলারটি আবার চালালে আপনার রিসিভার ID, নাম ও অবস্থান বজায় থাকে আর কেবল যা বদলেছে তা হালনাগাদ হয়।

ধাপ 4

লাইভ হওয়া, আর আপনার রিসিভার দাবি করা

ব্যানারের এক মিনিটের মধ্যে প্রথম বিমান ফুটে ওঠার কথা। তিন জায়গায় দেখুন। Pi-তেই, নিচের কমান্ডটি ডিকোড হওয়া প্রতিটি বিমানের একটি লাইভ টেবিল ছাপে, তার ঠিকানা, কল সাইন, উচ্চতা, গতি আর dBFS-এ সংকেতের শক্তিসহ; বেরোতে **q** চাপুন। *readsb*-এর ইনস্টলার Pi-তে একটি স্থানীয় মানচিত্রও চালু করেছে, <http://adsb.local/tar1090> (বা নামের বদলে IP ঠিকানা), যা পাল্লার বৃত্তসহ আপনার নিজের স্টেশনের চোখে আকাশ দেখায়। আর radar.dataero.eu-তে, সর্বজনীন মানচিত্রে, আপনার স্টেশন যে বিমানগুলো শোনে সেগুলো কয়েক সেকেন্ডের মধ্যে অন্য সবার বিমানের সঙ্গে আঁকা হয়।

```
viewadsb
```

আপনার রিসিভার ইতিমধ্যে ফিড করছে, বেনামে। একে **দাবি করা** একে আপনার অ্যাকাউন্টের সঙ্গে যুক্ত করে আর সাইটের ফিডারের দিকটি খুলে দেয়: radar.dataero.eu খুলুন, একটি বিনামূল্যের অ্যাকাউন্ট তৈরি করুন বা সাইন ইন করুন, অ্যাকাউন্ট মেনুতে **রিসিভার** খুলুন, **রিসিভার লিংক করুন** বেছে নিন আর ইনস্টলার যে রিসিভার ID ছেপেছে তা পেস্ট করুন। Dataero-র রিসিভার ID ব্যবহার করুন, অন্য কোনো ফিডার প্রোগ্রাম চালালে তার UUID নয়। সেই মুহূর্ত থেকে

আপনার স্টেশনের মানচিত্রে একটি নাম আছে, একটি **ড্যাশবোর্ড** (দেখা বিমান, প্রতি সেকেন্ডে বার্তা, ব্যস্ততম ঘণ্টা, বিরলতম বিমান), প্রতিটি বার্তার সংকেতের শক্তি থেকে দুই ও তিন মাত্রায় আঁকা একটি **কভারেজ মানচিত্র**, একজন দর্শকের শূন্যের বদলে **365 দিনের ফ্লাইট ইতিহাস**, আর **লিডারবোর্ডে** একটি র‍্যাংক। দাবি করার আগে যা জমা হয়েছে, তা আগে থেকেই সেখানে আছে।

প্রথম সন্ধ্যায় কী আশা করবেন: বাত্মের অ্যান্টেনা দিয়ে জানালায়, ইউরোপের একটি ব্যস্ত অংশে একসঙ্গে 20 থেকে 60টি বিমান, 100 বা 150 km পর্যন্ত, ভবনের দিকে একটি ফাঁকসহ; চিলেকোঠায় সুর-বাঁধা অ্যান্টেনা দিয়ে, 250 km পর্যন্ত 100 থেকে 200টি বিমান; ছাদে, 200 থেকে 400টি বিমান আর যে দিকগুলোয় পথে কিছু নেই সেখানে 400 km ছোঁয়া পাল্লা। ড্যাশবোর্ডের বার্তা গণক পাল্লার চেয়ে ভালো মাপকাঠি: একটি ভালো স্টেশন ইউরোপীয় দিনের শীর্ষে প্রতি সেকেন্ডে 500 থেকে 1 500টি বার্তা ডিকোড করে আর গভীর রাতে কয়েক ডজন। এক দিনের বক্ররেখাটি কোর্সের পাঠ 4 চোখের সামনে: বিমান রাতে ওড়ে না, কারণ মানুষ ওড়ে না।

লাইভ মানচিত্র খুলুন <https://radar.dataero.eu/bn/map>

অ্যাকাউন্ট তৈরি করুন ও দাবি করুন <https://radar.dataero.eu/bn/contribute>

ধাপ 5

সুর বাঁধা, আর যা দেখছেন তা বোঝা

দুটি সেটিং একটি স্টেশনের কর্মক্ষমতার বেশিরভাগ ঠিক করে, আর দুটোই Pi-তে এক সেকেন্ডে বদলানো যায়। প্রথমটি **গেইন**, ডিজিটাইজ করার আগে ডংগল কতটা বিবর্ধন করে। readsb শুরু করে স্বয়ংক্রিয় গেইন দিয়ে, যা একটি মোটামুটি আপস। মাথার উপরের বিমান হারিয়ে গেলে অথচ দূরেরগুলো থেকে গেলে, রিসিভার কাছের জোরালো সংকেতে অতিভারিত আর গেইন বেশি; দূরের বিমান কখনো না দেখা দিলে তা কম। নিচের কমান্ডটি dB-তে একটি নির্দিষ্ট গেইন ঠিক করে; 30 থেকে 49-এর মধ্যে মানগুলো চেষ্টা করুন (49.6 ডংগলের সর্বোচ্চ) আর প্রতিটিতে দশ মিনিট করে স্থানীয় মানচিত্রে বিমানের সংখ্যা ও সর্বোচ্চ পাল্লা দেখুন। নিজস্ব অ্যামপ্লিফায়ারসহ একটি ডংগলে জানালায় সাধারণত 40 থেকে 45 সেরা আর ছাদে কম। -10 মান টাইপ করলে স্বয়ংক্রিয়তে ফিরে যায়।

```
sudo readsb-gain 43
```

দ্বিতীয়টি **স্থানীয় মানচিত্রের অবস্থান**, যা readsb ব্যবহার করে তার পাল্লার বৃত্ত আঁকতে আর প্রতিটি বিমানের দূরত্ব হিসাব করতে; এটি আপনি Dataero ইনস্টলারকে যে অবস্থান দিয়েছেন (যেটি Dataero ব্যবহার করে) তার থেকে আলাদা আর দ্বিতীয় কমান্ডটি দিয়ে ঠিক করা হয়। তারপর স্থানীয় মানচিত্রটি খুলুন আর এক দিন ধরে সবচেয়ে দূরের বিমানগুলোর রেখাটি বাড়তে দেখুন: সেই রেখাটিই আপনার বেতার দিগন্ত, আর তার আকৃতিই আপনার বাধাগুলোর আকৃতি।

```
sudo readsb-set-location 50.8467 4.3525
```

viewadsb-এর সংকেত কলামটি অধ্যায় 6-এর বিপরীত বর্গ সূত্র, সংখ্যায়। 10 km-এ মাথার উপর দিয়ে যাওয়া একটি বিমান প্রায় -5 dBFS দেখায়; 300 km-এ একই বিমান, ত্রিশ গুণ দূরে, পৌঁছায় নয়শ গুণ দুর্বল হয়ে, প্রায় -30 dBFS, আর ডিকোডার তবু তা পড়ে, কারণ বার্তাটিকে কেবল গোলমালের চেয়ে জোরালো হতে হয়। একটি বিমান আপনার আকাশ পার হওয়ার সময় তার সংকেত বাড়তে ও কমতে দেখুন, আর আপনি সূত্র ছাড়াই সূত্রটি মেপে ফেলেছেন। বাদ পড়া বার্তার

কলামটি, যখন বেশি, উল্টোটা বলে: দুটি বিমানের জোরালো সংকেত একই মুহূর্তে পৌঁছে একে অপরকে বিকৃত করে, যা অধ্যায় 11-এ বর্ণিত সীমা আর যে কারণে ত্রিশ কিলোমিটার দূরের দ্বিতীয় একটি রিসিভার সেই বার্তাগুলো দেখে যা আপনি হারান।

আপনি **MLAT** চালু করে থাকলে, মাল্টিপ্যাটারেশন দিয়ে অবস্থান বের করা বিমানগুলো Dataero মানচিত্রে ফুটে ওঠে আর একটি আলাদা চিহ্নসহ আপনার স্থানীয় মানচিত্রে ফিরে আসে। এরা সেই বিমান যারা নিজের কোনো অবস্থান পাঠায় না: পুরোনো বিজনেস জেট, সামরিক পরিবহন বিমান, কিছু হেলিকপ্টার। এদের প্রতিটিতে আপনার অবদান কয়েক ন্যানোসেকেন্ড পর্যন্ত নির্ভুল একটি টাইমস্ট্যাম্প, যা থেকে হাব অন্য তিনটি স্টেশনের সঙ্গে অধ্যায় 10-এর হাইপারবোলাগুলো সমাধান করে। মাত্র 30 m ভুল অ্যান্টেনার অবস্থান আপনার সময়-পরিমাপকে এক মাইক্রোসেকেন্ডের দশ ভাগের এক ভাগ সরিয়ে দেয়, একটি সমাধান করা বিমানকে এক কিলোমিটার সরানোর জন্য যথেষ্ট, এ কারণেই ইনস্টলার এত জোর দেয়।

যখন কাজ করে না

সমস্যার সমাধান

প্রায় প্রতিটি সমস্যা নিচের টেবিলের কোনো একটি, আর প্রতিটির এক লাইনের একটি পরীক্ষা আছে। কমান্ডগুলো Pi-তে চলে, ইনস্টলেশনের মতো একই টার্মিনাল সংযোগে।

লক্ষণ	সবচেয়ে সম্ভাব্য কারণ	কী করবেন
ssh adsb.local খুঁজে পায় না	রাউটার স্থানীয় নাম সমাধান করে না, বা Pi নেটওয়ার্কে নেই।	রাউটারের যন্ত্রের তালিকা থেকে IP ঠিকানা ব্যবহার করুন। Pi তালিকায় না থাকলে Imager-এ টাইপ করা Wi-Fi-এর তথ্য পরীক্ষা করুন, বা একটি Ethernet কেবল ব্যবহার করুন।
readsb চালু হয় না; 'no device found'	ডংগল দেখা যাচ্ছে না: ঢিলা USB কেবল, খুব দুর্বল পাওয়ার সাপ্লাই, বা এমন একটি ডংগল যা RTL-SDR নয়।	ডংগল ও এক্সটেনশন খুলে আবার লাগান; lsusb চালান আর 'RTL2838' বা 'Realtek' খুঁজুন; পাওয়ার সাপ্লাই বদলে অফিশিয়ালটি লাগান।
readsb চলে কিন্তু কোনো বিমান দেখায় না	অ্যান্টেনা সংযুক্ত নয়, কেবলের একটি কানেক্টর খোলা, বা অ্যান্টেনা একটি বেতার ছায়ায়।	প্রতিটি কানেক্টর টাইট কি না দেখুন; অ্যান্টেনাটি খোলা আকাশসহ একটি জানালায় সরান; শহরে ফিল্টার ছাড়া একটি সাধারণ ডংগলের একটি ফিল্টার লাগতে পারে।
কাছের বিমান হারিয়ে যায়, দূরেরগুলো থাকে	অতিভার: গেইন খুব বেশি, বা কাছে একটি জোরালো ট্রান্সমিটার।	গেইন কমান (readsb-gain 35), একটি 1090 MHz ফিল্টার যোগ করুন।
স্থানীয় মানচিত্রে বিমান আছে কিন্তু radar.dataero.eu-তে নেই	ফিডার সার্ভিসগুলো চলছে না বা Pi-এর ইন্টারনেট নেই।	নিচের স্ট্যাটাস কমান্ডটি চালান; 'failed' দেখানো একটি সার্ভিস তার লগে কারণ বলে। ইনস্টলারটি আবার চালান: এটি কনফিগারেশন মেরামত করে আর আপনার ID বজায় রাখে।
Pi রিবুট হয় বা ডংগল এলোমেলোভাবে হারিয়ে যায়	বিদ্যুৎ। ডংগল এক অ্যাম্পিয়ারের এক-তৃতীয়াংশ টানে; একটি দুর্বল সাপ্লাই ভোল্টেজ নামিয়ে দেয়।	অফিশিয়াল পাওয়ার সাপ্লাই ব্যবহার করুন; অন্য USB যন্ত্র সরান; লাল পাওয়ার আলোটি স্থির থাকে কি না দেখুন।

লক্ষণ	সবচেয়ে সম্ভাব্য কারণ	কী করবেন
দাবি করার সময় 'Receiver not found'	একটি ভিন্ন UUID পেস্ট করা হয়েছে (অন্য কোনো ফিডার প্রোগ্রাম থেকে, বা টাইপের ভুল)।	ধাপ 3-এর grep কমান্ড যে মানটি ছাপে তা পেস্ট করুন; সেটিই Dataero-র রিসিভার ID।

```
sudo systemctl status readsb dataero-readsb dataero-feeder
sudo journalctl -u dataero-feeder -n 50
```

এর কিছুতেই কাজ না হলে ফিডারের GitHub পাতায় ওই দুটি কমান্ডের আউটপুটসহ একটি ইস্যু খুলুন: যারা ইনস্টলারটি লিখেছেন তাঁরা সেগুলো পড়েন। Dataero একটি কমিউনিটি চ্যানেলও চালায়, যার লিংক ফিডার হোন পাতায় আছে, যেখানে অন্য ফিডাররা বেশিরভাগ প্রশ্নের উত্তর কয়েক ঘণ্টার মধ্যে দেন।

তারপর

চালু রাখা

একটি রিসিভারের প্রায় কিছুই লাগে না। বিদ্যুৎ চলে গেলে সার্ভিসগুলো নিজে থেকে চালু হয়; Pi-এর কোনো চলমান যন্ত্রাংশ নেই; ডংগল বছরের পর বছর টেকে। প্রতি ঋতুতে একবার Pi-তে সংযুক্ত হয়ে ধাপ 2-এর হালনাগাদ লাইনটি আবার চালান, তারপর যে ফোল্ডারে ইনস্টলারটি ডাউনলোড হয়েছিল সেখান থেকে তা আবার চালান (`cd dataero-adsb-feeder` তারপর `sudo bash installer.sh`): এটি বর্তমান ফিডারটি নিয়ে আসে, আপনার রিসিভার ID, নাম ও অবস্থান বজায় রাখে, আর আপনার আগের উত্তরগুলোকে ডিফল্ট ধরে একই প্রশ্নগুলো করে। অ্যান্টেনা সরালে ইনস্টলারটি আবার চালিয়ে নতুন অবস্থান দিন; বাড়ি বদলালে একই কাজ করুন আর অন্য কিছু বদলায় না। কখনো থামাতে চাইলে একই ফোল্ডারে একটি আনইনস্টলার আছে।

দুটি অভ্যাস একটি স্টেশনকে সুস্থ রাখে। সপ্তাহে একবার ড্যাশবোর্ড দেখুন: রাতারাতি অর্ধেক হয়ে যাওয়া বার্তার হার মানে একটি কেবল ঢিলা হয়েছে বা একটি গাছ বেড়েছে। আর প্রথম দিনেই স্থানীয় মানচিত্র থেকে তিনটি সংখ্যা লিখে রাখুন: প্রতিটি দিকে সর্বোচ্চ পাল্লা, সন্ধ্যার শীর্ষে বিমানের সংখ্যা আর বার্তার হার। এগুলো আপনার ভিত্তিরেখা, আর এরপর আপনি যা-ই বদলান, একটি ভালো অ্যান্টেনা, একটি উঁচু মাস্ট, একটি ফিল্টার, তা এগুলোর বিপরীতে মাপা হয়। সেই পরিমাপই সেই বিজ্ঞান, যদিকে কোর্সটি নিয়ে যাচ্ছিল।

একটি ক্লাস বা একটি পরিবারের জন্য

রিসিভারকে একটি প্রকল্পে পরিণত করা

রিসিভার একটি স্থায়ী যন্ত্র, আর এর সেবা ব্যবহার হলো একের পর এক পরিমাপ, যার প্রতিটি কোর্সের একটি ধারণা পরীক্ষা করে। একটি পরিবারের জন্য এর একটি একটি রবিবার ভরিয়ে দেয়; একটি ক্লাসের জন্য প্রতিটি একটি পাঠ, আর পাঠগুলোর মাঝে স্টেশন যে তথ্য জমা করে তা বাড়ির কাজ। ড্যাশবোর্ডের ঘণ্টাভিত্তিক লেখচিত্র, কভারেজ মানচিত্র ও স্থানীয় মানচিত্রের পাল্লার রেখাটি হলো যন্ত্র; পাঠগুলো দেয় পূর্বাভাস; পরিমাপ রায় দেয়।

- উচ্চতা বনাম পাল্লা** (অধ্যায় 7)। অ্যান্টেনা একটি টেবিলে, দোতলার একটি জানালায়, উপরের তলার একটি জানালায়, চিলেকোঠায় থাকা অবস্থায় সর্বোচ্চ পাল্লা টুকে নিন। উচ্চতার বিপরীতে পাল্লার লেখচিত্র আঁকুন আর বেতার দিগন্তের সূত্রের সঙ্গে তুলনা করুন; পার্থক্যটাই বাধাগুলো।
- বিপরীত বর্গ সূত্র** (অধ্যায় 6)। `viewadsb`-তে একটি বিমানকে আকাশ পার হওয়া পর্যন্ত অনুসরণ করুন আর প্রতি মিনিটে দূরত্বের বিপরীতে সংকেত লিখে রাখুন; দূরত্বের লগারিদমের বিপরীতে dB-তে সংকেতের লেখচিত্র আঁকুন; ঢালটি

প্রতি দশগুণে -20 dB-এর কাছাকাছি হওয়ার কথা।

3. **দৈনিক ছন্দ** (পাঠ 4)। এক সপ্তাহ ধরে প্রতি ঘণ্টায় ড্যাশবোর্ড থেকে বার্তার হার পড়ুন। আকৃতিটি ব্যাখ্যা করুন: সকালের ডেউ, সন্ধ্যার শীর্ষ, নিকটতম বিমানবন্দরের রাতের নিষেধাজ্ঞা, একটি কর্মদিবস ও একটি রবিবারের পার্থক্য।
4. **আকাশ কোথায় শেষ হয়**। এক সপ্তাহ পরে স্থানীয় মানচিত্রে পাল্লার রেখাটি আঁকুন আর এলাকার একটি মানচিত্রের উপর বসান। প্রতিটি খাঁজ একটি ভবন, একটি পাহাড় বা একটি গাছ; সেগুলোর নাম দিন।
5. **মানচিত্র ততটাই ভালো, যতটা ভালো তার শ্রোতার** (অধ্যায় 11)। এক সন্ধ্যায় আপনার স্টেশনের কভারেজ মানচিত্রকে সর্বজনীন মানচিত্রের সঙ্গে তুলনা করুন: যে বিমানগুলো আপনি শোনেন না, সেগুলো অন্য কেউ শোনে। লিডারবোর্ডে নিকটতম অন্য স্টেশনটি খুঁজুন আর সূত্র দিয়ে বের করুন আপনাদের বৃত্তগুলো কোথায় একে অপরের উপর পড়ে।

একটি স্কুলে রিসিভারটি সেই প্রশ্নেরও উত্তর দেয় যা প্রতিটি ক্লাস করে, 'ওটা কোন বিমান?', করিডোরে স্থানীয় মানচিত্র দেখানো একটি পর্দা দিয়ে। ড্যাশবোর্ডের 'বিরলতম বিমান' তালিকাটি একটি মাসিক চমক: একটি সরকারি পরিবহন বিমান, একটি পুরোনো দিনের যাত্রীবাহী বিমান, একটি এয়ার অ্যাম্বুলেন্স, প্রতিটি এক একটি গল্প, কেন সে সেখানে। আর Dataero-তে ফিড করা একটি স্কুল স্টেশন সর্বজনীন মানচিত্রে উৎস হিসেবে স্কুলের নামসহ ফুটে ওঠে, যা বেশিরভাগ খ্যাতির চেয়ে ভালো ধরনের খ্যাতি।

স্বাগতম

ফিডাররা কী পান, আর মানচিত্র আপনার কাছ থেকে কী পায়

radar.dataero.eu-এর একজন দর্শক দেখেন একটি লাইভ মানচিত্র, সীমিত সংখ্যক বিমান আর প্রতিটি বিমানের কয়েকটি ঘর, এক একবারে দশ মিনিটের একটি দেখার সেশনে। একটি বিনামূল্যের অ্যাকাউন্ট সেশনের সীমা তুলে দেয়, প্রতিটি ঘর দেখায় আর সাত দিনের ফ্লাইট ইতিহাস রাখে। একজন ফিডার, যা আপনি এখন, পুরো সাইটটি পান: প্রতিটি ফ্লাইটের 365 দিনের ইতিহাস, ড্যাশবোর্ড, দুই ও তিন মাত্রায় কভারেজ মানচিত্র, লিডারবোর্ড, আর মানচিত্রে নামসহ একটি স্টেশন। এর কিছুতেই কোনো খরচ নেই, এখন বা পরে, আর রিসিভারটি আপনি যে অন্য নেটওয়ার্ক যোগ করতে চান তাতেও ফিড চালিয়ে যায়।

মানচিত্র আপনার কাছ থেকে যা পায় তা এমন জিনিস যা কোনো টাকায় কেনা যায় না: এমন জায়গায় একজন শ্রোতা, যেখানে কেউ ছিল না। নেটওয়ার্কের প্রতিটি রিসিভার আকাশের একটি বৃত্ত শোনে, আর একটি মহাদেশ কেবল সেখানেই ঢাকা পড়ে যেখানে সেই বৃত্তগুলো একে অপরের উপর পড়ে। একটি ফাঁকে একটি নতুন স্টেশন, একটি গ্রাম, একটি উপকূল, একটি উপত্যকা, অল্প ফিডারের একটি দেশ, এমন বিমান ফুটিয়ে তোলে যা কেউ শুনছিল না আর যারা অবস্থান পাঠায় না তাদের জন্য মাল্টিপ্যাটারেশন সম্ভব করে। আজ রাতে মানচিত্রে আপনার অঞ্চলের কভারেজ দেখুন, আর তারপর আপনার স্টেশন লাইভ হওয়ার এক সপ্তাহ পরে আবার দেখুন: পার্থক্যটা আপনার।

ফিডার হোন <https://radar.dataero.eu/bn/contribute>

লাইভ মানচিত্র খুলুন <https://radar.dataero.eu/bn/map>

কোর্সের মূল পাতায় ফিরুন <https://radar.dataero.eu/bn/learning>