StarRoad: নির্বাহী সারসংক্ষেপ

StarRoad হলো পৃথিবী থেকে মহাকাশ পর্যন্ত অতিভারী শ্রেণির একটি তড়িৎচৌম্বক পরিবহন করিডরের ধারণা। ভাবনাটি সহজ: উৎক্ষেপণ প্রপেল্যান্ট রকেটে বহন না করে, পুনর্ব্যবহারযোগ্য শাটলকে প্রায় ২,০৫০ কিমি দীর্ঘ ভূগর্ভস্থ নির্বাত ম্যাগলেভ সুড়ঙ্গে **প্রায়** ১১ কিমি/সেকেন্ড গতিতে **ত্বরিত করা** হয়। এরপর ভারী AstroLiner জড়তার সাহায্যে ৫০–৬০ সেকেন্ডে বায়ুমণ্ডল অতিক্রম করে এবং নিম্ন পৃথিবী কক্ষপথকে মধ্যবর্তী বিরতি হিসেবে ব্যবহার না করে উচ্চ-শক্তির গতিপথে প্রবেশ করে। StarRoad-এর কাছে ভর সমস্যা নয়, সুবিধা।

প্রকল্পটি বিরল রেকর্ড-সৃষ্টিকারী উৎক্ষেপণের জন্য নয়; বরং কক্ষীয় বিদ্যুৎকেন্দ্র, ডেটা সেন্টার, আন্তঃকক্ষীয় টাগ, মহাকাশযান নির্মাণকেন্দ্র, চন্দ্র অবকাঠামো, গ্রহাণু খনন এবং বৃহৎ শিল্প কমপ্লেক্সের ধারাবাহিক পণ্যপ্রবাহের জন্য।

প্রধান পরামিতি

- ত্বরণযন্ত্রের দৈর্ঘ্য: **~২,০৫০ কিমি**।
- ত্বরণ সুড়ঙ্গের প্রস্থচ্ছেদ: ~১৭.৫ × **১২.৫ মি (উপবৃত্তাকার)।**
- নির্বাত সুড়ঙ্গের সর্বোচ্চ গভীরতা: ৫–৮ **কিমি।**
- প্রস্থান গেটওয়ে: সমুদ্রপৃষ্ঠ **থেকে** প্রায় ৩,৪০০ মি উচ্চতায়।
- প্রস্থান বেগ: ~১১ কি**মি/সেকেন্ড**।
- AstroLiner-এর মাত্রা ও জ্যামিতি: দৈর্ঘ্য **~১৫০ মি; উপবৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদ ~১০ × ১৫ মি; অতিধ্বনিক কীলকাকৃতি।**
- AstroLiner-এর উৎক্ষেপণ ভর: ~১৫,০০০ **টন**।
- ভিত্তি বহনক্ষমতা: সর্বোচ্চ **~১০,০০০** টন।
- প্রাথমিক পরিচালনা: **বছরে ১২–২৪টি উৎক্ষেপণ**।
- পরিণত পরিচালনা: **বছরে ১,০০০টির বেশি, পরে** ১,৫০০টির বেশি **উৎক্ষেপণ**।
- পরীক্ষামূলক পর্যায়ে উৎক্ষেপণ ব্যয়: $৮**০–১২০/কেজি।**
- পরিণত পর্যায়ে লক্ষ্যমাত্রা ব্যয়: **$১–১০/কেজি;** নেটওয়ার্ক সম্প্রসারিত হলে আরও কমতে পারে।
- আনুমানিক মূলধনী ব্যয়: প্রায় ৩০০ **বিলিয়ন** ডলার।

রকেটের সঙ্গে মূল পার্থক্য হলো, StarRoad কোনো ‘বড় রকেট’ নয়—এটি অবকাঠামো। রেলপথ বা বিদ্যুৎ গ্রিডের মতো এটি নির্মাণে ব্যয়বহুল, তবে বারবার চালানো এবং সক্ষমতা বাড়ানোর জন্য পরিকল্পিত।

StarRoad যে সমস্যাগুলো সমাধান করে

মহাকাশ অর্থনীতির প্রধান সীমাবদ্ধতা শুধু প্রতি কিলোগ্রামের ব্যয় নয়, **পরিবহন সক্ষমতাও। রকেট সস্তা** হতে পারে, কিন্তু তা সীমিত বহনক্ষমতা, জটিল প্রস্তুতি এবং প্রপেল্যান্ট, উৎক্ষেপণকেন্দ্র ও সরবরাহ ব্যবস্থার ওপর নির্ভরশীল বিচ্ছিন্ন উৎক্ষেপণই থেকে যায়।

StarRoad একই সঙ্গে কয়েকটি সমস্যা সমাধান করে:

1. **বৃহৎ পরিসরের** পণ্যপ্রবাহ — প্রতি যাত্রায় দশ বা শত নয়, হাজার হাজার টন।
2. **যানে উৎক্ষেপণ প্রপেল্যান্ট নেই** — ত্বরণের শক্তি মাটিতেই থাকে।
3. **উচ্চ কক্ষপথে সরাসরি প্রবেশ — নিম্ন** পৃথিবী কক্ষপথে জ্বালানি ভরা, ডকিং বা টেনে নেওয়ার প্রয়োজন নেই।
4. **অবকাঠামোভিত্তিক বিনিয়োগ পুনরুদ্ধার** — প্রকল্পকে শুধু উৎক্ষেপণ বাজারের ওপর নির্ভর করতে হয় না।
5. **প্রযুক্তিগত বাস্তবতা** — বিদ্যমান প্রযুক্তিগত সমাধানের ওপর ভিত্তি করে।

শক্তিনির্ভর স্বয়ংসম্পূর্ণতা

StarRoad-এ ভূতাপীয় স্বয়ংক্রিয় তাপ-শক্তি ব্যবস্থা অন্তর্ভুক্ত। এটি গভীর সুড়ঙ্গকে শীতল করে, তার তাপীয় অবস্থা স্থিতিশীল রাখে এবং একই সঙ্গে বিদ্যুৎ উৎপাদন করে। প্রতিটি প্রায় ২.৫ গিগাওয়াট **ক্ষমতার** ৪০টি টার্মিনাল মোট প্রায় **১০০** গিগাওয়াট সরবরাহ করতে পারে। অবকাঠামো হারে এই বিদ্যুৎ বিক্রি করলে বছরে কয়েক দশ বিলিয়ন **ডলারের আলাদা আয় তৈরি হতে** পারে।

দ্বিতীয় শক্তিচক্রটি মহাকাশভিত্তিক সৌরবিদ্যুৎ কেন্দ্র নিয়ে গঠিত। একবারের উৎক্ষেপণে ~২ গিগাওয়াট শ্রেণির একটি কেন্দ্র নেওয়া **যায়,** যা উচ্চ প্রাপ্যতায় বছরে প্রায় ১৭.৫ **টেরাওয়াট-ঘণ্টা বিদ্যুৎ** উৎপাদন করবে। এতে উৎক্ষেপণের নিজস্ব বাজার এবং অতিরিক্ত শক্তি-আয়ের উৎস তৈরি হয়।

বিকল্পের সঙ্গে তুলনা

ধারণা	প্রধান সমস্যা	StarRoad যে পরিবর্তন আনে
রাসায়নিক রকেট / Starship	প্রপেল্যান্ট খরচ, ধাপ, পুনরায় জ্বালানি ভরা, সীমিত সক্ষমতা এবং নিম্ন পৃথিবী কক্ষপথের বাইরে ব্যয়বহুল সরবরাহ ব্যবস্থা	একটি স্থির ব্যবস্থা ত্বরণ দেয়; প্রতিটি যাত্রায় হাজার হাজার টন উচ্চ কক্ষপথে যায়
StarTram Gen2	বায়ুমণ্ডলে নির্বাত নল, ঝুলন্ত পথ, প্লাজমা জানালা এবং অতি বৃহৎ বাহ্যিক কাঠামো	মূল পথ ভূগর্ভস্থ; চারপাশের শিলা নির্বাতকে রক্ষা করে; উচ্চভূমির স্থল গেটওয়ে দিয়ে প্রস্থান
Launch Loop	সক্রিয় গতিশীল লুপ, অবিরাম স্থিতিকরণ এবং সম্পূর্ণ কাঠামোকে প্রভাবিত করা ব্যর্থতার ঝুঁকি	নিষ্ক্রিয়ভাবে সুরক্ষিত ভূগর্ভস্থ অবকাঠামো; অবিরাম সক্রিয় সহায়তার বদলে স্পন্দিত পরিচালনা
মহাকাশ লিফট	টেথার উপাদানের সীমা, বিপুল দৈর্ঘ্য, মহাকাশ আবর্জনা ও উল্কাখণ্ডের প্রতি দুর্বলতা এবং ধীর পণ্যপ্রবাহ	অতিবিশেষ উপাদান দরকার নেই; সুড়ঙ্গ, ম্যাগলেভ, শক্তি ব্যবস্থা ও ভারী প্রকৌশল ব্যবহার করে
Skyhook / কক্ষীয় টেথার	ধরা পড়ার বিন্দুতে পৌঁছাতে এখনও রকেট লাগে; সীমিত উৎক্ষেপণহার এবং জটিল কক্ষীয় গতিবিদ্যা	StarRoad ভারী পণ্যকে উচ্চ-শক্তির কক্ষপথে সরাসরি বৃহৎ পরিসরে প্রবাহিত করে
SpinLaunch	অত্যন্ত বেশি ত্বরণ-চাপ, ছোট বহনক্ষমতা এবং আবশ্যিক ঊর্ধ্ব রকেট ধাপ	StarRoad অতিভারী পণ্য এবং সম্পূর্ণ তৈরি বড় কাঠামোর জন্য নকশাকৃত
কক্ষীয় বলয়	সম্ভাব্য উচ্চ সক্ষমতা, তবে আগে থেকেই পরিণত মহাকাশশিল্প প্রয়োজন	StarRoad সেই শিল্প গড়ে তোলা অন্তর্বর্তী অবকাঠামো হতে পারে

প্রধান সুবিধা

StarRoad-এর প্রধান সুবিধা হলো **এর সম্প্রসারণযোগ্য পরিবহন সক্ষমতা।** কক্ষীয় বলয় ছাড়া প্রায় প্রতিটি বিকল্পই, বিশেষ করে ভর পরিবহনের পরিমাণে, StarRoad-এর চেয়ে পিছিয়ে। রকেট সস্তা হলেও বিচ্ছিন্ন 'উৎক্ষেপণ' থেকে বছরে কয়েক মিলিয়ন টনের ধারাবাহিক পণ্যপ্রবাহে যাওয়া তাদের পক্ষে কঠিন। StarRoad শুরু থেকেই শিল্প করিডর হিসেবে পরিকল্পিত: প্রথমে ব্যয়বহুল, পরে স্বয়ংসম্পূর্ণ এবং পরিণত পর্যায়ে মহাকাশ অর্থনীতির ভিত্তি।