

Hyperloop- vad har hänt?

Av C. Ericsson

Hyperloop är en idé om att "flyga på ca: 2cm – 1" höjd" i en vacuumtunnel m.h.a. eldrift från stadskärna till stadskärna i hastigheter som motsvarar eller överträffar civilflygets. Dess fördelar är eldrift med linjärmotorer, att trycket i tunneln motsvarar flyghöjden på ca 200 000ft och att det sker i slutna tunnlar som då blir oberoende av väder, vind eller främmande föremål på spåren och dess risk för kollisioner. Själva tunneln kan då vara fundament för solceller eller vindkraft. Nackdelen är att certifiering standards inte är utgivna och att banbygget kräver fina toleranser då hastigheten går upp och därmed medför mycket höga byggkostnader. Vi skrev senast om Hyperloop i Bevingat nr 3/2019. Vilken utveckling har skett sedan dess och vilka är de företag, som satsar hårdast på Hyperloop-system runt om i världen?

Elon Musk

Elon Musk har inte släppt hyperloop helt utan hans företag "The Boring Company" kan få en stor roll i att ta fram metoder att skapa tunnlar för hyperloop.

Nu är de fokuserade på tunnlar för Teslabilar i stadskärnor. Då de är eldrivna skapar de inga avgaser så länge de fungerar.

<https://www.boringcompany.com/>

<https://www.boringcompany.com/products-loop/#loop>

Virgin Hyperloop One, USA

https://www.youtube.com/watch?v=xKvbSboQ5_g



Hyperloop One har slutfört en 500 meter lång Development Loop (DevLoop) och den 12 maj 2017 höll det sitt första fullskaliga Hyperloop-test. Testet kombinerade Hyperloop-komponenter inklusive vakuum, framdrivning, levitation, släde, styrsystem, rör och strukturer. I maj 2019 hade bolaget tagit in 400 miljoner dollar i finansiering från bl.a. Formation 8; GE Ventures; Khosla Ventures; Sherpa Capital och Virgin Group.

Den 8 november 2020, efter mer än 400 obemannade tester, genomförde Virgin Hyperloop den första mänskliga åkturen med Josh Giegel Chief Technology Officer och Sara Luchian chef för passager experience med en hastighet av 172 km/h på Virgin Hyperloops DevLoop-testplats i Las Vegas, Nevada.

Under 2016 lanserade Hyperloop One sin Hyperloop One Global Challenge för att hitta platserna för detaljstudier för att utveckla och konstruera världens första Hyperloop-nätverk. I januari 2017 tillkännagav Hyperloop One de 35 semifinalist-rutternas (spridda över 17 länder) i Hyperloop One Global Challenge.

Den 14 september 2017 tillkännagav Hyperloop One de 10 vinnarna för Hyperloop One Global Challenge. Länderna med

lag som vann inkluderar USA, Storbritannien, Kanada, Mexiko och Indien. Vinnarna skulle inbjudas att arbeta nära Hyperloop One om lönsamhetsstudier för att försöka få sina respektive loopar från förslag till verklighet.

De tio vinnande rutternas som valdes är:

United States: Chicago - Columbus - Pittsburgh; Dallas - Laredo - Houston; Cheyenne - Denver - Pueblo, Miami - Orlando.

Canada: Toronto - Ottawa - Montreal.

Mexico: Mexico City - Guadalajara.

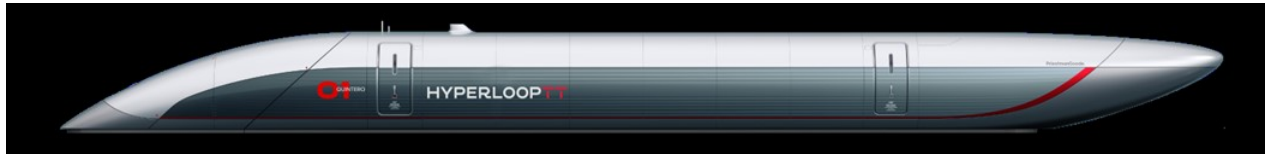
Storbritannien: Edinburgh - London; Glasgow - Liverpool.

Indien: Bengaluru (Bangalore) - Chennai, Mumbai (Bombay) - Chennai.

Virgin Hyperloop meddelade den 8 oktober 2020 att det kommer att bygga och driva en certifieringsanläggning på nästan 800 tunnland i Tucker och Grant län i West Virginia på platsen för en tidigare kolgruva. Hyperloop Certification Center kommer att utveckla hyperloopen som en säker, kommersiellt livskraftig transportform, som hoppas kunna transportera passagerartrafik 2030. (Säkerhetscertifieringen förväntas vara klar 2025.)



Hyperloop



Hyperloop Transportation Technologies (HyperloopTT), USA

<https://www.hyperlooptt.com/technology/>

I en storlek som liknar ett litet kommersiellt flygplan utan vingar flyter hyperloops Quintero 1— tryckkapslar på en friktionsfri magnetisk kudde i rören. Kapslarna är konstruerade och utformade för ultrahöga hastigheter med hjälp av kompositmaterial och säkerhetsfunktioner.

HyperloopTT utvecklade ett Vibranium™, smart material med sensorer inbäddade mellan kolfibern i flygkroppen för att övervaka och överföra kritisk information om temperatur, stabilitet och integritet, allt trådlöst och omedelbart.

HyperloopTT utvecklade världens första fullskaliga hyperloop-testbana, hyperloop-försäkringsramverk och säkerhets- och certifieringsriktlinjer, i strävan efter det första transportgenombrottet på ett sekel.

HyperloopTT är aktivt engagerat med regeringar runt om i världen och ger en kritisk teknisk förståelse av hyperloop-system till både Europeiska kommissionen och US-DOT. HyperloopTT jobbar mot den första kommersiella rutten, med både passagerar- och fraktsystem under utveckling runt om i världen.

HyperloopTT-systemet har en låg implementeringskostnad jämfört med andra höghastighetstransportmetoder. Som ett civilt infrastrukturprojekt som täcker långa sträckor kommer det att finnas segment som ligger ovan jord, i marken och under jord, vilket optimerar för att uppfylla unika lokala förhållanden.

HyperloopTT-systemet minskar miljökostnaderna för ett storskaligt infrastrukturprojekt genom att integrera solpaneler och andra förnybara energikällor för att skapa ett nettoenergipositivt system som syftar till att generera mer energi än det använd-



der. Utnyttjandet av förnybar energi sänker också driftkostnaderna. Systemet fungerar i en lågtrycks helt sluten miljö, vilket eliminerar traditionella faror från väder- och trafikorsningar, vilket avsevärt förbättrar effektiviteten och tillförlitligheten.

Under 2018 tecknade HyperloopTT och Aldar Properties ett avtal om världens första kommersiella hyperloopsystem. Platsen ligger i Seih Al Sdeirah i Abu Dhabi och i närheten av bostadsområdet Alghadeer. Hotellet har ett bekvämt läge på gränsen till

Emirates i Abu Dhabi och Dubai, nära mässan Expo 2020 Dubai och Al Maktoums internationella flygplats.

Tillsammans med designkonsultgruppen Dar Al-Handasah arbetar HyperloopTT för att skapa det första segmentet av vad som kan bli ett transportnätverk i hela Förenade Arab Emiraten (UAE). HyperloopTT planerar konstruktion i flera faser, som börjar med en tremils passagerarbana med ett Experience Center.

2017 öppnade HyperloopTT det 3 000 kvadratmeter stora European Hyperloop Research and Development Center i Toulouse, Frankrike. Under 2019, med rör monterade och vakuumpumpar installerade, färdigställde HyperloopTT världens första fullskaliga system.

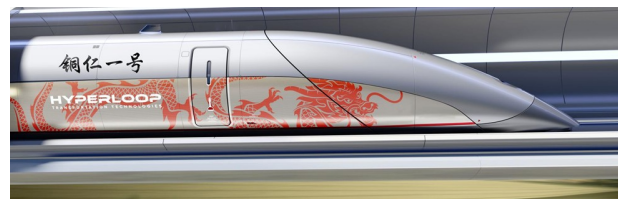
HyperloopTT kör för närvarande fullskaliga tester för att upprätta säkerhets- och försäkringscertifieringar, samt optimera och helt integrera alla tekniska komponenter i systemet. Toulouse FoU-center fungerar också som HyperloopTT:s mellanstation för globala kommersiella projekt.

HyperloopTT har tagit fram en fullskalig passagerarkapsel mha flygplansstruktur-tillverkaren Artificial i Madrid. Man har även beslutat att bygga en 5km lång teststräcka.



Det skulle göra det till världens tredje hyperloop testbana hittills, och den första i Europa. De andra två finns i USA: Virgin Hyperloop One:s testbana ligger i öknen norr om Las Vegas, medan Elon Musks lilla bana ligger utanför SpaceX huvudkontor i Hawthorne, Kalifornien.

Hyperloop Transportation Technologies vill också bygga Kinas första hyperloop. I Kina säger ett ordspråk; Om du vill bli rik, bygg först en väg. Den bergiga sydvästra Guizhouprovinen är ett perfekt exempel på det.



Hyperloop

Den kinesiska delstaten Guizhou kommer att hysa landets första hyperloop-system efter att ett avtal mellan staden Tongren och Hyperloop Transportation Technologies. Det är företagets tredje kommersiella utbyggnad efter avtalen, som ingåtts i Abu Dhabi och Ukraina tidigare i år.

I Tongren kommer en 10 km lång sträcka att byggas och om det lyckas kan det leda till en lukrativ bredare utrustning. Detta har setts som en betydande vinst för Hyperloop TT över dess närmaste rival Hyperloop One, uppbackad av Elon Musk och Virgin.

Att Kina har valt en fattig och bergig region för en kort hyperloop kan tyda på att de vill få tekniken för att bygga sina egna Hyperloops. Liknar vad de gjorde med höghastighetståg. Så USA kan införa exportkontroll på de känsligaste teknikerna.

Hardt Hyperloop, Nederländerna.

Det holländska teamet som kallas Delft Hyperloop vann design- och konstruktionspriset i en tävling och fick också det högsta betyget totalt sett. Dock vann Technische Universiteit München "TUM" som vanligt hastighetstävlingen. Det var höjdpunkten på ett och ett halvt års resa för laget och dess kapten Tim Houter - men också början på Hardt Hyperloop.

Delft Hyperloops medgrundare tog beslutet att fortsätta arbeta med tekniken och grundade Hardt Hyperloop som en universitetsavknoppning. Sedan dess har man vuxit till 35 personer och har lockat cirka 10 miljoner euro i finansiering.

Hardt Hyperloop, även om det inte längre är ett universitetslag, har fortfarande sitt huvudkontor i Delft. I sina lokaler har företaget en fullskalig Hyperloop-testanläggning – ett 30 meter långt rör med en diameter på 3,2 meter. Banan gör det möjligt att testa alla relevanta aspekter av systemet, inklusive filbyte - om än med en hastighet som är ganska mycket lägre än de 1 000 km/h som är tänkta som slutmål.

För att uppfylla sin vision om ett hyperloop-nätverk som skulle förbinda Europa och så småningom hela världen har Hardt Hyperloop valt den magnetiska levitationen och magnetiska framdrivningsmetoden. Detta innebär att de fordon som utvecklas är avsedda att vila på magnetfält, som genereras av magneter både på fordonet och i röret. Fordonet dras sedan framåt av alternativt polariserade magneter installerade i tunneln: "Linear Induction motors".

"Det finns företag i andra delar av världen som experimenterar med olika tekniker för hyperloopen", säger Houter. "Vi tror att i slutändan kommer den säkraste, mest effektiva, kostnadseffektiva och hållbara tekniken att implementeras i nätverket."

Med ett så ambitiöst projekt kommer teknisk skicklighet inte att räcka. Den stora omfattningen av saker som måste göras för att faktiskt bygga en enda hyperloop-rutt är häpnadsväckande, från fordon, rör och stationer till elektrisk infrastruktur och allt nödvändigt certifieringsarbete.

Ganska medveten om det arbetar Hardt Hyperloop tillsammans med sina kamrater i Polen, Spanien, Kanada och på andra håll för att utveckla en enhetlig standard och se till att vi inte kommer att sluta med ett gäng inkompatibla lokala hyperloop-nätverk.

Företaget förbereder sig också för att lansera European Hyper-

loop Center (EHC) i den norra nederländska provinsen Groningen. EHC är för närvarande inställt på att öppnas 2022 och som anges i projektets beskrivning är det en "öppen testanläggning som kommer att ge ett hem till utvecklare från hela världen, där företag och institutioner arbetar tillsammans med framtidens transportsystem, i syfte att påskynda förverkligandet av hyperloop-tekniken", . Centrat kommer bland annat att ha en tre kilometer lång testbana.

"För att förverkliga infrastrukturprojekten – som liknar hur stora tågsträckor byggs – behöver vi ett fungerande offentligt-privat partnerskap mellan regeringar och företag", säger Houter.

Partnerskapet i fråga tillkännagavs slutligen. Två nederländska ministerier tillsammans med ett konsortium av industriaktörer – däribland naturligtvis Hardt Hyperloop – har gått samman för att lansera Hyperloop Development Program. Med en treårig budget på 30 miljoner euro kommer programmet att försöka bevisa att hyperloop är genomförbart som transportsystem, genomföra nödvändiga tester för att bevisa säkerheten och identifiera vägen framåt att utveckla och genomföra tekniken.

Den slutliga specifikationen av det europeiska hyperloop-nätverket är ännu inte klar, och det är svårt att säga var de första rutterna kommer att byggas. Det är ganska troligt att planerna kommer att bli tydligare mot andra halvan av decenniet.

TransPod, Kanada

"Nyckeln till detta genombrott var att uppfinna ett helt nytt system - TransPod Line - med en "fysik-först"-strategi. I stället för att kopiera "hyperloop" tog vi en ny strategi med en helt ny teknik, kastade ut alla tidigare mönster och återvände istället till grundläggande fysik och teknik. Resultatet är ett nästa generations fordons- och transportsystem - TransPod - holistiskt utformat från grunden." (Ryan Janzen, uppfinnare av TransPod).

TransPod-fordonet är byggt som en flygplanskropp, som innehåller rader av säten. Passagerare går ombord från plattformar på varje station. Fordonet drivs av elektriskt driven magnetisk framdrivning och accelererar försiktigt till full hastighet inuti TransPod-rörinfrastrukturen och saktar in vid inflygningen till slutstationen. Man har förutom Linjär elmotorer en fläkt som suger i sig luftkudden framför tåget och accelererar luften så att den ger ett visst bidrag till dragkraften.

TransPod-rörsystemet kommer att transportera passagerar- och lastfordon på samma rutt samtidigt. Snabbare än flygresor är TransPod-rörsystemet ett helt elektriskt masstransportsystem, för att minska koldioxidutsläppen och ge ett alternativ till trafikstockningar på motorvägar.



Hyperloop

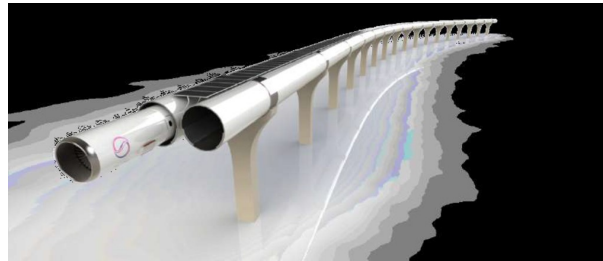
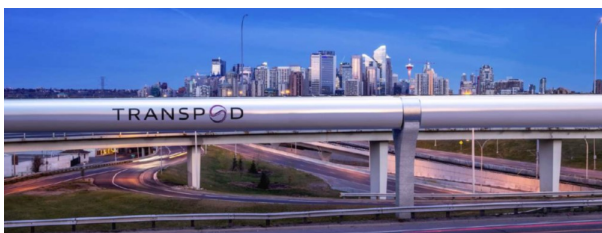


TransPod-rörsystemet utvecklas för att transportera fordon i hastigheter över 1000 km/h.

För att uppnå fossilbränslefri framdrivning drar TransPod-kapslar nytta av elektriskt driven linjär induktionsmotorteknik, med aktiv realtidskontroll och sense-space-system. Till skillnad från hyperloop utvecklas ett system att använda rörliga elektromagnetiska fält för att driva fordonen med stabil levitation från bottenytan, snarare än tryckluft som var specificerat i Elon Musks "White paper".

Fordon som designas inkluderar två versioner, en passagerar-version med flexibla sittplatser och en lastversion med lastbar inredning. Varje fordon har en flygplansliknande kropp, som är trycksatt för atmosfärisk luftcirkulation och styrning – och omfattar framdrivnings- och styrsystem för att arbeta i hastigheter över 1000 km/h inom en skyddad rörstyrning. Rören är gjorda för att möjliggöra dubbelriktad fordonsresa.

De lasttransporterande TransPod-kapslarna är utformade för att bära nyttolaster på 10–15 ton och har kompatibilitet med träpallar, samt olika enheter som LD3-behållare och AAA-behållare.



Observera att all TransPod-design har ett intag och fläkt för att flytta tryckluften framför kapseln till dess bakre kanaler (som en DC-8 JT3D-motor...).

Det hittills mest populära alternativet för att utveckla rörtransportteknik är att använda magnetisk levitation eller MAGLEV. Denna teknik utvecklades på 1970-talet och har framgångsrikt testats på flera höghastighetstågprojekt som tyska Transrapid och japanska MAGLEV, som kan nå hastigheter upp till 600 km/h, högre än konventionella hjulbaserade höghastighetståg.

Trots sin utveckling används denna teknik endast för små transportprojekt runt om i världen på grund av stora kostnader. TransPod bestämde sig för att avstå från att använda supraledande magneter eller "MAGLEV" -teknik av två skäl. För det första har användning av supraledande magneter i ett vakuum flera tekniska begränsningar som att producera korona som påskyndar nedbrytningen av material. För det andra är det extremt dyrt att lägga ner supraledande magneter över många kilometer spår (\$ 100 M/km) och det gör inte systemet ekonomiskt livskraftigt. Detta är anledningen till att MAGLEV-tåg inte används mycket idag trots att de är fullt utvecklade.

TransPod har utvecklat viktiga innovationer för att drastiskt minska infrastrukturkostnaderna. Deras teknik möjliggör levitation, framdrivning och kontaktlös kraftöverföring med hög hastighet utan dyra MAGLEV-system eller batterier.

När det gäller levitationssystem, använder TransPod aktiv levitation, som uppnås genom magnetiska motorer på fordonet. Elektromagneterna dras mot ledande plattor, som ligger i överdelen av röret, andra plattor genererar dragkraft, bromsning och styrning av fordonet centrerat längs styrbanan. Kapseln är utrustad med en mekanism som gör det möjligt att enkelt rotera i snäva kurvor längs styrbanan utan att passagerare eller last lutas på sidan. Detta system är patenterat internationellt som: WO/2018/045470.

För kraftöverföringen användes plasma för att överföra ström från två kraftskenor på infrastrukturen till fordonet. Denna kraftöverföring är en innovation som gör det möjligt att överföra kraft i mycket höga hastigheter och går utöver traditionella strömvägar, MAGLEV och 3:e järnvägsekosystem. Det låga trycket inuti röret möjliggör högeffektiv kraftöverföring. Detta system är patenterat internationellt: WO/2018/045471.

Den främsta målmarknaden för TransPods teknik är den globala intercity-passagerarmarknaden. Många gånger saknas effektiva passagerartransporter för städer som ligger cirka 500 km från varandra. Flygresor tar kort tid men tvingar kunder att pendla till flygplatser och vänta länge på ombordstigning och avstigning. Tågtrafiken är vanligtvis dålig och fördubblar reslängden jämfört med flygplan. TransPod ultra-höghastighetssystem vill lösa detta problem genom snabba och prisvärda transporter.

Hyperloop

Certifiering

I och med att hyperloop-tekniken fortsätter att mogna och operatörerna går mot mer avancerade test- och demonstrationsprojekt har branschintressenter uttryckt ett behov av större tydlighet i lagstiftningen. I juli 2020, släppte USA Department of Transportation (U.S. DOT) "Pathways to the Future of Transportation: A Non-Traditional and Emerging Transportation Technology (NETT) Council Guidance Document (Pathways to the Future of Transportation)" för att tillhandahålla ett ramverk för avdelningens strategi för transformativ teknik, inklusive hyperloop. Under utvecklingen av Pathways to the Future of Transportation, samarbetade NETT Council med intressenter för att bättre förstå hur U.S. DOT:s regleringsstruktur kan stödja eller hindra transportinnovation. Ett tema som var resultatet av denna uppsökande verksamhet var behovet av att departementet beaktar tillämpligheten av internationella eller privata standarder på hyperloopsystem i USA.

U.S. DOT Hyperloop Oversight

I Pathways to the Future of Transportation förklarade transportministern att hyperloop-system som använder elektromagnetiska styrvägar (dvs. magnetisk levitationsteknik) är föremål för "Federal Railroad Administration" FRA:s säkerhetstillsyn. Följaktligen kommer ett sådant hyperloop-system att omfattas av FRA:s jurisdiktion. Enligt de federala järnvägssäkerhetslagarna har FRA jurisdiktion över järnvägssäkerheten enligt definitionen i 49 U.S.C. 20102(2). Det omfattar alla former av marktransporter som inte är motorvägstransporter och som går på räls eller elektromagnetiska styrvägar, utom urbana snabba transitoperationer (tex. monorail på Disneyland) som inte är anslutna till det allmänna järnvägssystemet för transport. Dessutom anser FRA att en fristående intercityjärnväg är en del av det allmänna systemet, även om den inte är fysiskt ansluten till detta (som FRA tidigare har sagt om Alaska Railroad; 49 CFR del 209, bilaga A).

Enligt dess lagstadgade myndighet för att ta itu med "alla områden av järnvägssäkerhet" (49 U.S.C. § 20103) har FRA för närvarande regler som behandlar: utrustning, kontrollsystem, spår, driftspraxis, utbildning, mänskliga faktorer och kontroll av drog- och alkoholanvändning. Dessa bestämmelser bygger dock på den befintliga, konventionella järnvägsmiljön (stålhjul på stålspår). Betydande skillnader i drifts-, utrustnings- och styrsystem kan finnas mellan ett eventuellt hyperloopsystem och befintliga järnvägsoperationer i USA. I många av järnvägssäkerhetsdisciplinerna tar FRA:s befintliga föreskrifter inte upp säkerhetsriskerna och driftsegenskaperna hos ett potentiellt hyperloopsystem. För att FRA ska kunna underlätta hyperloopoperationer som tänkt verkar därför ett alternativt regelverk – till exempel en regel om särskild tillämplighet eller en omfattande uppsättning undantag – vara nödvändigt för att tillhandahålla effektiv säkerhetstillsyn.

Med dessa beslut öppnas möjlighet att söka federala pengar för hyperloop-projekt.

Standardisering i Europa

Hardt-teamet har varit EU:s drivkraft för standardisering, då TU München har vunnit alla Hyperloop-podd hastighetstävlingar och har börjat jobba fram en tysk standard med bla, TÜV Syd. Men Nederländerna fick med sig spanjorerna och EU och nu

deltar de flesta länder i EU, inklusive SIS i Sverige, i arbetet inom en kommitté bestående av European Committee for Standardization (CEN) och European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) Joint Technical Committee (JTC) 20 (CEN/CLC/JTC20—Hyperloop systems).

Association for Standardization, tillsammans med Royal Netherlands Standardization Institute, båda medlemmar i CEN och CENELEC, föreslog denna kommitté med målet att skapa europeiska standarder (EN) för interoperabilitet och säkerhet för hyperloop-system. I förslaget konstaterades att interoperabilitet är avgörande både för att säkerställa konsekventa insatser i hela Europa och för att göra det möjligt att använda olika tekniker inom ett system.

Kommittén kommer att struktureras i arbetsgrupper med hyperloopföretag, SDOs och branschexperter. Dessa arbetsgrupper kommer att fokusera på ämnen som fordonssystem, infrastruktur-rörkomponenter, allmän infrastruktur och kommunikationsprotokoll. I sitt ursprungliga förslag identifierade utskottet flera prioriterade arbetsområden som skulle behandlas inom en tidsram på tre år. I detta arbete ingår flera EU organisationer bla. flygmyndigheten EASA. Dessa arbetsområden valdes ut på grundval av deras betydelse för interoperabiliteten och omfattar följande:

- **Driftstryck:** Effekter av lågtrycksmiljöer på säkerheten (t.ex. brand- och rökegenskaper under olika trycknivåer, protokoll för återtryck under evakuering; standardiserat "normalt driftsätt").

- **Dörrtätning:** Dörrars förmåga att tät ordentligt och konsekvent under olika förhållanden.

- **Fordonsrörsgränssnitt:** Olika fordons förmåga att arbeta inom ett system (spårspecifikationer, rördiameter osv.).

- **Kommunikationsprotokoll:** Gemensamt kommunikationssystem mellan fordon och driftcentralen.

- **Nödutrymning:** Påverkan av infrastruktur (t.ex. frekvens av stödpelare, strömförsörjningsplatser osv.) på enhetligt tillvägagångssätt för evakuering.

Andra ämnen som kommittén ska ta upp är:

- Signalsystem (fordonsspår)
- Eld och rök – tillåtet material
- Nödutiner
- Nödutrymning och tunneldrivning

- Miljöförhållanden på passagerarkabin: temperatur, ventilation, belysning, buller etc.

- Passagerarens yttre krafter: accelerationsgränser, ryck etc.

- Design för miljö

- Jordningssystem

- Ombord på elektronik och elektrisk utrustning

- Elektromagnetisk interferens (EMI)/elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

- Infrastruktur- och materialkrav som behövs för att uppfylla anpassningskrav, väder eller geologiskt tillstånd

- Luftslussar

- Stationskrav och standarder

- Underhållsdepå och standarder