

Figur 1: Tesla, 2013

---

## Hyperloops - Fremtidens transport?

- Et paradigmatisk, kvasi-komparativt case studie -

---

### Studerende:

Henrik Kristian Riskær Povlsen (68974)

Lau Lisberg Sivertsen (69196)

Jens-Emil Syrach Nielsen (68978)

Magnus Rude Nielsen (68950)

### Vejleder

Jean Endres

### Uddannelse

Roskilde Universitet, Humanistisk Teknologisk

Bacheloruddannelse

**Dato:** 6. januar 2021

Antal anslag: 129699

# Indhold

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Indledning</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Problemstilling</b>  | <b>2</b>  |
| 2.1      | Problemfelt . . . . .   | 2         |
| 2.2      | Problemformulering . . . . .                                      | 4         |
| 2.3      | Arbejdsspørgsmål . . . . .  | 4         |
| 2.4      | Semesterbinding . . . . .   | 4         |
| <b>3</b> | <b>Motivation</b>   | <b>5</b>  |
| 3.1      | Sociotekniske-regimer og systemteori . . . . .                    | 5         |
| <b>4</b> | <b>Videnskabsteori</b>  | <b>8</b>  |
| 4.1      | Normativ pragmatisme . . . . .                                    | 8         |
| 4.2      | Pragmatisme . . . . .   | 8         |
| 4.3      | Transport Justice . . . . .                                       | 9         |
| <b>5</b> | <b>Metodologi</b>   | <b>9</b>  |
| 5.1      | Indsamling af empiri . . . . .                                    | 10        |
| <b>6</b> | <b>Afgrænsning</b>  | <b>10</b> |
| <b>7</b> | <b>Teori</b>  | <b>11</b> |
| 7.1      | Aktør Netværksteori . . . . .                                     | 11        |
| 7.2      | Diffusionsteori . . . . .   | 11        |
| <b>8</b> | <b>Metoder</b>  | <b>13</b> |
| 8.1      | Trin model . . . . .  | 13        |
| 8.2      | Case studie . . . . .   | 14        |
| 8.2.1    | Paradigmatisk case . . . . .                                      | 14        |
| 8.3      | High Speed Rail . . . . .   | 14        |
| 8.4      | Hyperloop . . . . .   | 16        |
| <b>9</b> | <b>Analyse</b>  | <b>17</b> |
| 9.1      | Gammel ide - forbedret teknologi . . . . .                        | 17        |
| 9.2      | Teknologiens indre mekanismer og processer . . . . .              | 19        |
| 9.2.1    | Sikkerhed . . . . .   | 22        |
| 9.3      | Relevante præmisser for implementeringen af teknologien . . . . . | 24        |
| 9.3.1    | El-nettet . . . . .   | 25        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 9.3.2     | Højhastighedstog systemer i et samfundssperspektiv . . . . . | 28        |
| 9.3.3     | Aktør-netværksteori . . . . .                                | 30        |
| 9.4       | Transport-Justice . . . . .                                  | 33        |
| 9.5       | Shinkansen . . . . .   | 37        |
| 9.6       | Hyperloopets sociotekniske forhold . . . . .                 | 40        |
| 9.7       | Tankeeksperiment . . . . .                                   | 41        |
| 9.8       | Paradigmatisk Case . . . . .                                 | 42        |
| 9.8.1     | Nye koblinger ved implementeringen af et hyperloop . . . . . | 43        |
| 9.8.2     | Innovation ved hyperloop . . . . .                           | 44        |
| <b>10</b> | <b>Diskussion</b>  | <b>46</b> |
| 10.1      | Mobilitet og bæredygtighed . . . . .                         | 46        |
| 10.2      | Transport Justice . . . . .                                  | 47        |
| 10.3      | Innovation i det nuværende regime . . . . .                  | 47        |
| 10.4      | Usikker transporttypologi . . . . .                          | 48        |
| <b>11</b> | <b>Konklusion</b>  | <b>49</b> |
| <b>12</b> | <b>Litteraturliste</b>                                       | <b>51</b> |

## Abstract

This is a paradigmatic, quasi-comparative case study of the hyperloop project running between San Francisco and Los Angeles. By comparing the hyperloop system to similar systems such as the Shinkansen high speed rail system in Japan, we attempted to assess the role which the hyperloop will inhabit going forward. We found that the hyperloop shares some characteristics with the Shinkansen systems, such as long distance travel at high speeds with the aid of frictionless electromagnetic levitation. This technology, along with a vacuum tube will mitigate the high energy consumption that would otherwise be present in such a system. Estimating how the subject will act on this new transport system proved difficult, as the similarities between the hyperloop and the Shinkansen HSR system are limited. We do, however, know that this is a pioneering technology that will set a certain precedent for similar transport solutions on a longer timeline. Should the technology be embraced by the subject, they will help shape the next iterations down the road, as a system-builder will have to comply with the socio-technical regimes and institutions constructed by the subject.

## 1 Indledning

Der har konstant været en stræben efter at effektivisere og udvide de eksisterende transportsystemer, og i dette projekt vil en aktuell mulighed blive præsenteret. I den nuværende transportsektor, kan der ses fordele og ulemper ved de eksisterende transportformer. I et notat fra Hyperloop Alpha (Musk, 2013) beskrives det ,hvordan mennesker kan udforme en ny og bedre transportteknologi. Denne transportteknologi vil kunne:

- Øge sikkerhed
- Være hurtigere
- Være billigere
- Være mere tilgængelig
- Være mere immun for vind og vejr
- Være selvforsynende
- Være modstandsdygtigt mod jordskælv

Hyperloop er den nyeste form for moderne højhastigheds transport, som mange forskellige virksomheder og lande prøver at udvikle. Det er en hurtig, selvkørende transportteknologi på landjord, som fremdrives ved hjælp af elektromagnetisme og lufttryk i et vakuumignende rør, men den er dog stadig kun i udviklingsfasen. Hyperloop Alpha præsenterede i 2013 et notat (Ibid., 2013) omkring, hvordan et

hyperloop eventuelt kan se ud. I dette notat beskrev de, hvilke faktorer, der var nødvendige for et velfungerende hyperloop. I notatet beskrives både designet af kapslerne, de ingeniørdygtige detaljer, sikkerhed omkring implementeringen samt planlægningsmæssige faktorer såsom økonomi og konstruktion. Den foreslåede transportform blev præsenteret i en rute fra San Fransisco til Los Angeles på 35 minutter, i forhold til 1 time og 22 minutter med fly (Ibid., 2013).

I dette projekt vil der blive problematiseret to forskellige landbaserede transportformer i henholdsvis to lande med forskellige transportvaner. For det første Shinkansen, der er et Japansk højhastighedstog, som vil hjælpe med at give et indblik i hvordan hyperloop kan påvirke samfundet. For det andet, et implementeret hyperloop i USA. Der undersøges sociotekniske systemer og aktør-netværksteori til at prøve at forklare og vurdere den paradigmatisk case, som opstilles ved hjælp af de præsenterede transportteknologier.

## **2 Problemstilling**

### **2.1 Problemfelt**

I en verden i konstant udvikling, hvor befolkningstallet stiger eksponentielt og hvor vores teknologi bliver mere avanceret og mere sofistikeret for hver dag, er det tydeligt, når en sektor ikke helt følger med den teknologiske udvikling. Den mest effektive transportform for langdistancerejser har i næsten år været fly, hundrede år været tog der har ikke været mange innovationer på den front i 50 år. Der kan argumenteres for, at sporafhængighed har spillet en væsentlig faktor her. Det tog lang tid at gøre folk komfortable med flyrejser og en ny transportteknologi ville risikere at vække ny skepsis. Dette kan også lede til økonomiske tab for flyindustrien og nye innovationer i feltet er således ikke attraktive for flyindustrien. En af flysektorens eneste reelle muligheder for innovation har været at bygge flykabiner ud af kompositmaterialer som blandt andet kulfiber, for således at gøre flyene lettere og dermed spare brændstof (Lori Hinnant & Sarah DeLorenzo, Associated Press, 2013).

Rejser mellem storbyer anslås at have udgjort næsten 60% af de globale passagerrejser i 2015. Den globale efterspørgsel efter indenrigs- og international persontransport vil stige med 225% mellem 2015 og 2050, hvis de nuværende tendenser fortsætter (ITF, 2019). Den vil således vokse mere end dobbelt så hurtigt som urban transportefterspørgsel, som forventes at stige med 104% i samme periode. De vigtigste drivkræfter for denne vækst er en stigende indkomst og en stigende befolkningsvækst. Med hensyn til CO<sub>2</sub> var passagerrejser uden for byerne ansvarlig for cirka halvdelen af alle transport - emissioner i 2015 (Ibid., 2019). Den forventede vækst i efterspørgslen vil øge CO<sub>2</sub>-emissionerne fra transport. I 2050 vil den kunne udgøre to tredjedele af alle CO<sub>2</sub>-emissioner fra passagertransport. Den ikke-urbane transportsektor har ikke oplevet meget disruption i løbet af de sidste par årtier, altså har den store ændring været grundet den stærkt stigende efterspørgsel siden begyndelsen af 00'erne, især på grund af internationale flyrejser.

Dette kan dog ændre sig. Flere disruptioner kan især påvirke ikke-urban transport og passagerrejser mellem byerne. Et andet aspekt kan være det samfundsmæssige aspekt. Dette introducerer nogle økonomiske og samfundsmæssige konsekvenser på baggrund af konstruktionen og implementeringen af et nyt transportsystem. Det kunne derfor tyde på, at der skal undersøges andetsteds for en grønnere, hurtigere, billigere og generelt mere effektiv transportform i en nærmere fremtid. I 2013 skitserede medstifter af Tesla Motors Elon Musk et koncept, han kaldte et *hyperloop*. Dette var en form for højhastighedstog til lange distancer, der ved hjælp af minimal friktion med luften og med skinnerne, skulle være i stand til at transportere mennesker med en hastighed, der kunne give flyindustriens seneste, og i øvrigt fejlslagne, forsøg på disruptiv innovation, Concorden, kamp til stregen (Musk, 2013). Musks tanke var, at der skulle bygges et pilotprojekt, der forbandt Los Angeles og San Francisco med et sådant system, hvilket ville reducere transporttiden mellem de to byer betragteligt. Umiddelbart ligner hyperloop'et en af de største spring i transportteknologi nogensinde helt på linje med damplokomotivet og kommerciel luftfart.

Introduktionen af nye og revolutionerende innovationer har tendens til at tiltrække en vis mængde skepsis, og det er derfor relevant at undersøge, om der kunne være belæg for førnævnte skepsis. I dette projekt undersøges hvilke indikatorer, der kunne forårsage ændringer i samfundet samt hvad implementeringen af et hyperloop kan medbringe, samt om det er en realistisk transportform og om det er kommercielt levedygtigt til en mere udbredt implementering. For at give et så kvalificeret svar på dette som muligt, og taget i betragtning af, at dette koncept stadig ikke er implementeret - er der særligt fokus på tre hovedaspekter.

De tre hovedaspekter er især relevante for at tage højde for implementeringen af dette nye transportkoncept er: det **tekniske aspekt**, fordi det er hensigten at sende mennesker af sted med over 1.000 kilometer i timen henover landjorden. Dette introducerer nogle sikkerhedsmæssige spørgsmål med hensyn til hvad risikoen er, og hvad proceduren er for eventuelle malfunktioner. Det er også relevant at italesætte, hvordan dette system rent praktisk skal kunne etableres midt i og mellem to allerede eksisterende storbyer. I den forbindelse opstår spørgsmålet også om, hvilken infrastrukturmæssig rolle systemet kommer til at indtage i samfundet. Dette leder over i det næste aspekt, hvilket er det **samfundsmæssige aspekt**. Her undersøges det hvilke konsekvenser, det kan have for samfundet, når der implementeres et nyt transportsystem. Dette undersøges ved at betragte væksten og økonomien i samfundet, som findes ud fra en række forskellige data fra et større netværk, som tilsammen skaber et indblik i de forskellige aktører der støtter eller forkaster teknologien. Til sidst er der det **subjektive forhold**. Det er vigtigt at specificere, hvordan et hyperloop potentielt passer ind i de nuværende transportvaner, samt opfattelsen af et offentligt transportsystem. Det sker, fordi hyperloop'et tænkes implementeres i samfund med en allerede eksisterende transportinfrastruktur. Hyperloop'et er således disruptiv for det nuværende system. Det er derfor interessant at se på, hvordan de to systemer kommer til at eksistere sammen, hvis dette bliver tilfældet.

## 2.2 Problemformulering

Hvordan kan det forventes ,at hyperloop vil påvirke samfundet og hvordan kan det forventes, at samfundet vil påvirke implementeringen af hyperloop?

## 2.3 Arbejdsspørgsmål

- Hvordan fungerer de indre mekanismer i et hyperloop?
- Hvilke relationer bliver der skabt mellem transportteknologi og menneske?
- Hvilke eksisterende teknologier kan give indblik i konsekvenserne under implementeringen og funktionen af et hyperloop?
- Hvilke ændringer vil samfundet opleve i forhold til økonomi og transportkultur som resultat af et implementeret hyperloop?

## 2.4 Semesterbinding

Projektet bindes sammen med fagene "Subjektivitet, Teknologi og Samfund" eller STS og " Teknologiske Systemer og Artefakter" eller TSA. Disse to dimensioner er valgt for at kunne undersøge selve teknologien og den virkning det ville have på kulturen, hvis den bliver implementeret.

### "Subjektivitet, Teknologi og Samfund" (STS)

Den primære dimension i dette projekt vil være STS, som undersøger forholdet mellem individet, samfundet og teknologi. Dimensionen opfyldes ved at undersøge, hvordan et hyperloopsystem vil ændre det samfund, det bliver indført i. Desuden er der et fokus på de konsekvenser, det vil have for individerne, som muligvis har adgang til at bruge denne teknologi. Dette vil gøres ved hjælp af paradigmatisk casestudie og undersøgelse af de sociotekniske regimer som hyperloopet vil indgå i og ved hjælp af Aktør-netværksteori.

### "Teknologiske Systemer og Artefakter" (TSA)

Den sekundære dimension for projektet vil være TSA, som behandler beskrivelse og analyse af en teknologi. Dimensionen vil blive opfyldt ved hjælp af dele fra TRIN-modellen til at beskrive og analysere, hvordan et hyperloop virker og hvordan det kan implementeres. Derudover vil der også undersøges lignende teknologier som højhastighedstog for at kunne skabe en ide om, hvordan implementeringen vil finde sted og hvilke mulige konsekvenser det kan have.

### 3 Motivation

Tanken om at kunne rejse til andre steder har altid været tiltalende og et ønske for mennesker. Og nu kan det blive muligt at rejse med cirka 1.000 km i timen ved hjælp af en helt ny transportteknologi. Hyperloop har et stort potentiale til at kunne bidrage med til en fremtid med hurtigere transport. I årtier har nye transportteknologier været en del af science fiction som flyvende biler, raketter og andre med hyperloop iblandt. Men teknologiske fremskridt har medført, at hyperloop er gået fra fantasi til sandsynlighed. Der er dog flere økonomiske, teknologiske, sikkerhedsmæssige og lovgivningsmæssige forhindringer, der skal overvindes, før at hyperloop kan have mulighed for at revolutionere transportsektoren. ”*We are talking years, not decades*” sagde Ryan Kelly, talsmand for Virgin Hyperloop One. ”*And here in the United States, the race is won by the first state in the nation with hyperloop technology. Nine states are exploring hyperloop technology: Missouri, Texas, Colorado, Ohio, North Carolina, Pennsylvania, Washington, Indiana and Oregon, with Texas as test site*”, sagde Ryan Kelly ifølge H. Baskas (2019).

Det vides ikke, hvordan hyperloop kommer til at påvirke fremtidens mobilitet ved en eventuel implementering. Det forhindrer dog ikke, at der kan tages visse tiltag for at imødekomme eventuelle problemer, bl.a. flere forskellige størrelser af kapsler til transport af enten flere mennesker eller større gods. Derudover kan nogle problemer ved vind og vejr elimineres ved at transportere i rør. Men der kan også skabes nye problemer, som ikke er erfaret med tidligere transportformer.

Motivationen for dette projekt ligger i at belyse nogle af disse problemer. Samt at forudsige mulige problemer som hyperloop kunne medføre før en implementering.

#### 3.1 Sociotekniske regimer og systemteori

For at belyse relationerne mellem transportteknologien og mennesket, samt se på, hvordan transportkulturen kan påvirkes af et hyperloop mellem større byer, er det vigtigt at forstå de sociotekniske regimer, der er i transportkulturen på nuværende tidspunkt. Desuden er det i komplekse teknologier irrelevant at beskue teknologien isoleret fra resten af systemet. Det er her, det bliver relevant at inddrage teori om komplekse systemer, og vurdere teknologien på et makroplan, hvor det er muligt at benytte en kontekstuel tilgang som udgangspunkt for forskningen (Buhl, H. 2005). Dette afsnit søger derfor at redegøre for systemteori, samt teori om sociotekniske regimer for derved at skabe et kontekstbaseret forskningsfundament.

Inden for komplekse systemer arbejdes der med et specifikt afgrænsningsproblem: *det vandrette afgrænsningsproblem*. Teknologiske systemer er som regel *åbne systemer*, hvilket betyder, at der kun er en ”blød” grænse for, hvor deres indflydelse ophører i forhold til deres omgivelser. I princippet kan det kontekstuelle system, der omgiver teknologien, udvides ubegrænset. Hans Buhl (2005) refererer til Thomas P. Hughes afgrænsningstilgang i en bog fra starten af 80’erne. Her skriver Hughes om såkaldte systembyggere som en rolle.



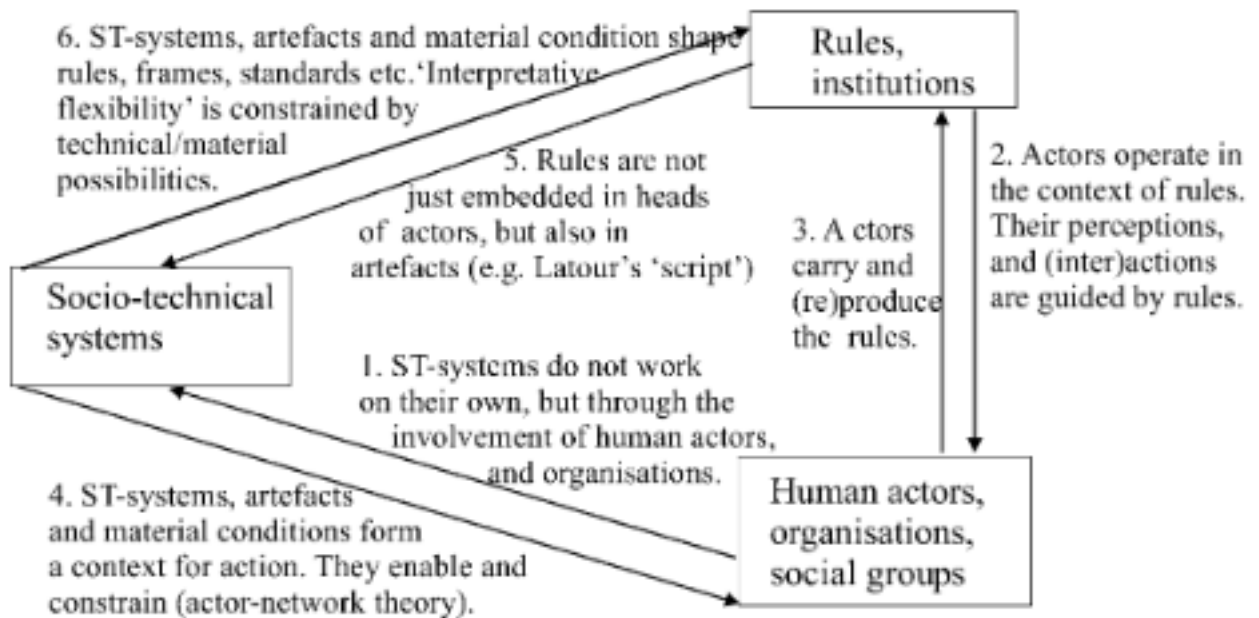
Det er ikke en rent teknisk rolle, men at tilpasse et teknisk artefakt til resten af omverdenen, samt markedsføre og popularisere det, og det er dette, der er overgangen fra teknik til teknologi. I samme bog gennemgår Hughes det vandrette afgrænsningsproblem og karakteriserer det i kraft af at systemet er systembyggerens produkt, dom at systemet kan afgrænses til dér, hvor systembyggerens kontrol og indflydelse ophører (Ibid., 2005). Et andet vigtigt begreb inden for komplekse systemer er et begreb, der bruges til at beskrive en vis udfordring inden for udviklingen af et teknologisk system. Hughes bruger i følge Buhl (2005) udtrykket *reverse salient*, der beskriver et systems udviklingsmæssige "flaskehals". Dette kan fremtræde som en teknisk komponent, et designproblem eller sågar en samfundsmæssig eller juridisk hæmning. Det er således den optimale tilgang at definere dette som et kritisk problem og løse det som førsteprioritet, for på den måde at optimere systemets ydeevne på den mest effektive måde; der er altså tale om en form for metaeffektivitet.

Hughes beskriver endvidere to forskellige slags opfindelser. Den ene er *de konservative opfindelser*, der som navnet antyder er systembevarende. Den anden slags er mere sjælden og lægger fundamentet til helt nye teknologiske systemer. Disse er navngivet *radikale opfindelser*. Disse opfindelser kan være byggesten for et helt nyt teknologisk system. Men dette bliver først en realitet efter en omhyggelig design- og udviklingsproces, der bedst kan beskrives som en pragmatisk iterativ proces, bestående af skitser, prototyper, tests og gentagelser. De få opfindere, der formår at implementere deres opfindelse i et system af stigende kompleksitet, kalder Hughes for *opfinder-systembyggere*. Med andre ord kan dette kaldes for en opfinder, der formår at se sit værk i et kontekstuel perspektiv og drage nytte af dette perspektiv til et punkt, hvor opfindelsen kan implementeres i et teknologisk system (Ibid., 2005).

Under udbredelsen af et givet teknologisk system, er der en yderst relevant faktor at medregne: *teknologisk stil*. Dette begreb, som i følge Buhl (2005) er en af Hughes' mere omdiskuterede koncepter, gør sig i særdeleshed gældende ved overførsel af teknologi mellem kulturer, lande osv., hvor den lokale kultur udelukkende er et produkt af sociale konstruktioner baseret på levevilkår, kulturelle og historiske begivenheder og geografiske forhold. Ved overførsel af et teknologisk system skal der også ske en tilpasning af den teknologiske stil. Dette bliver i særdeleshed interessant, når der undersøges systemer, der breder sig over hele verden. Dette vil blive relevant senere, når disse teorier skal sættes i kontekst.

Den sidste teori, der har relevans for dette projekt, er teorien om *teknologisk inert*. Det velkendte e-sportsspil Counter Strike er et glimrende eksempel på et produkt af teknologisk inert, eller *momentum*, som Hughes kalder det. Counter Strike er et skydespil, der først blev udviklet af spillere af et andet spil - nemlig Half Life. Det var ikke systembyggerne selv, der stod i spidsen for denne udvikling, men det var derimod brugerne, der så et potentiale i systemet og lod det udvikle sig i den retning. En opfinder-systembygger kan til tider drage nytte af at tilgængeliggøre remedierne til videreudvikling af sit eget teknologiske system til slutbrugeren (f. eks. native mod-support til et computerspil), da dette kan sende systemet i en helt ny udviklingsmæssig retning, der potentielt kan være mere lukrativt for systembyggeren. Dette begreb vil også vise sin relevans senere i analysen (Ibid., 2005).

Der vil i løbet af projektet også refereres til begrebet *socio-tekniske systemer*, som introducerer mennesker, aktører og sociale grupper som en integreret del af et teknologisk system. Disse sociale grupper skaber regler eller institutioner omkring et givent system, og dikterer derved den norm, der danner præcedens for dets brug. Dette bliver konsolideret i de næste designiterationer af systemet, hvilket som resultat får de sociale grupper til yderligere at cementere disse institutioner og normer. Denne spiral af kontinuerlig konsolidering af et systems design kaldes i følge Geels (2004) *co-evolution of technology*.



Figur 2: De tre interrelaterede analytiske dimensioner (Geels, 2004; 903)

Ovenfor ses figuren, der opidser vekselvirkningen mellem et socioteknisk system, de regimer og institutioner, der måtte være, samt de sociale aktører. Alle disse er iflg. Geels (2004) en uundgåelig del af et teknologisk system.

## 4 Videnskabsteori

Dette afsnit har til formål at præsentere pragmatismen som en videnskabsteoretisk tilgang til at undersøge det netværk, hvori hyperloop indgår.

### 4.1 Normativ pragmatisme

John Dewey er en filosof og psykolog, som er kendt for sit arbejde med pragmatismen. Han beskriver, at løsninger til problemer afhænger af den ”offentlighed”, hvori de er situeret (Gimmler, 2018). Disse løsninger er grundholdninger, som defineres ud fra de sociale og formidlendede praksisser.

Pragmatismens mål er at forbedre disse praksisser igennem det demokratiske og eksperimentelle fællesskab i samfundet. Dette medfører dog også en konsekvens for teorierne, Da teorier kun kan dannes ud fra praksispræmisses. Hvis en teori skal vise sig som legitim, skal den kunne være sand i alle praksisser (Ibid., 2018).

### 4.2 Pragmatisme

Pragmatismen er en videnskabsteori der indebærer at skabe teorier ud fra erfaringer og handlinger. Pragmatisme betragtes som ”primacy of practice” (Dalsgaard, 2014, s.4), hvilket betyder, at vores ideer om verdenen konceptualiseres igennem konsekvenser af handlinger (Ibid., 2014). I lyset af pragmatisme ses teorier som et produkt af vores erfaringer og skal kontinuerligt betragtes ud fra den kontekst, hvor de er blevet bestemt. Dette medfører, at generelle teorier ikke altid passer ind i alle kontekster og at nogle teorier er baseret på den kontekst, de er skabt i. Teorier kan skifte validitet afhængig af hvilken kontekst de indgår. På denne måde er teorier foreløbige og nogle af dem kan fremstå som mere korrekte end andre afhængig af konteksten. Det muliggør, at der hele tiden kan udvikles på teorierne (Ibid., 2014).

Teknologi kan dermed også betragtes som midler til at nå et mål. Teknologi har en dualistisk betydning, i form af at teknologi er med til at skabe erfaring og ændre situationen og dermed også erfaringen. Den skaber grundstenen for vores forståelse af en hændelse - men er også vigtig ved at ændre en hændelse ud fra erfaring. Derudover får teknologi sin betydning afhængig af, hvilken kontekst den indgår i og hvordan begrebet bruges i situationen. Mange teknologier er meget specielle og kan hjælpe til at udvide den horisont, hvori vi forstår vores erfaringer (Ibid., 2014).

Problemstillingen i dette projekt vil kunne defineres som et såkaldt ”handlingsproblem” (Olsen & Pedersen, 2018). Da der arbejdes med en kompleks problemstilling med mange forskellige aktører og relationer, hvor der ikke er meget information til at beskrive de forskellige relationer, som aktørerne har indbyrdes. Men ved at dykke dybere ned i de forskellige relationer imellem aktørerne kan det skabe et bedre overblik til et teoretisk synspunkt på, hvordan implementeringen af et hyperloop kan forekomme. Alle disse aktører kan inddeles i henholdsvis immaterielle og materielle aktører. Hvor de immaterielle,

som for eksempel transportvaner og sociale konstruktioner; og de materielle som for eksempel infrastruktur og penge. Ved at tage stilling til disse indbyrdes forhold kan det hjælpe med at give et indblik i det sociotekniske system.

### **4.3 Transport Justice**

Transport Justice er et nyt paradigme for transportplanlægning baseret på principper for transportmæssig retfærdighed. Forfatter Karel Martens tager udgangspunkt i at transportplanlægning og -politik er fokuseret på udførelsen af transportsystemet og måder at forbedre det på, uden at der er lagt særlig vægt på de personer, der faktisk bruger - eller undlader at bruge - transportsystemet (Martens. K, 2017). Der kan være vidtrækkende konsekvenser af at omlægge et transportsystem, hvor nogle nyder goderne af forbedringerne i transporten, mens andre oplever en væsentlig forringelse af situationen. Her er det vigtigt at skelne mellem mobilitet og tilgængelighed (Ibid., 2017, s. 20). På baggrund af filosofier om social retfærdighed hævder Martens med Transport Justice, at regeringer har den grundlæggende pligt til at give enhver borger tilstrækkelig mobilitet og dermed mindske de sociale uligheder. Udviklingen af en teori om retfærdighed inden for transportområdet er en to-trins-proces. For det første indebærer det en begrundelse for at adskille gode transportmuligheder fra andre alternativer. For det andet kræver det en udvikling af transportmæssige retfærdighedsprincipper i samfundet, der kan styre distributionen af transportmuligheder (Ibid., 2017).

## **5 Metodologi**

Problemformuleringen til dette projekt indebærer en undersøgelse af hvordan samfundet kan påvirke hyperloop og omvendt. Men eftersom hyperloop ikke er implementeret medfører dette visse komplikationer for projektets formål. Til at løse dette er der valgt den bedst lignende teknologi, som er Shinkansen i Japan. Ved at undersøge højhastighedstoget Shinkansen dannes et indblik i de samfundskonsekvenser, der er sket under implementeringen. Dette gøres ved hjælp af videnskabelige artikler, der kan understøtte og validere undersøgelsen. Og ved at trække paralleller mellem det substituerende eksempel og hyperloop kan det vurderes, om der er problemer, som måske vil gentage sig under implementeringen. Derudover, ved at forklare hvad hyperloop er fra et teknisk perspektiv, skaber projektet en ide om, i hvor stor skala hyperloop kan påvirke samfundet både med henblik på konstruktion og planlægning. Dette gøres ved hjælp af en teknisk beskrivelse af hyperloops funktioner samt ved at skabe overblik over relevante aktører, som har indflydelse og interesse i hyperloop. Kan det vurderes, hvem der har indflydelse til at løse de problemer, som kan opstå under og efter en implementering?

## 5.1 Indsamling af empiri

Der er primært indsamlet empiri ved hjælp af det Kongelige Biblioteks database, REX. Ved hjælp af søgeværktøjet på denne hjemmeside blev der fundet en stor del empiri angående hyperloop og Shinkansen. Dette var det første sted, der blev ledt for at finde ny viden - eller når der manglende opklarende viden om konkrete teorier eller metoder. Derudover er der gjort brug af Google til at finde nyhedsartikler fra pålidelige kilder angående hyperloop og Shinkansen for at finde den nyeste information. Tekster, som blev udleveret som en del af undervisningen, er også blevet medtaget i projektet. Der blev brugt kilder til at beskrive de brugte teorier for at legitimere brugen af dem. Desto videre blev de brugt til forklaring og beskrivelse af højhastighedstog og hvordan tekniske systemer opererer. Der kan opstå problemer med denne måde at finde kilder på, da det skaber begrænsninger på hvilke kilder, der findes ud fra de søgeord, som bruges. Dette kan lede til, at kilder, som ville være gode at bruge, ikke bliver fundet og derfor ikke brugt. Konsekvensen af dette kan være en manglende forståelse af forskellige teorier eller en ikke tilstrækkelig viden om et emne. Dette kan også føre til "confirmation bias", som betyder, at nye oplysninger fortolkes i overensstemmelse med eksisterende forståelse og holdninger. Dette medfører at tekster, der strider imod eksisterende holdninger, forkastes. En anden konsekvens af dette kan være, at visse fagtermer inden for, f.eks. videnskab om transport udelades, da der ikke er dannet et kendskab til dem.

## 6 Afgrænsning

For ikke at strække projektet ud over for mange områder er det besluttet, at undersøge persontransport og dermed ekskludere transport af gods og varer af projektet. Dette medfører konsekvenser i form af, at der kun tages en fraktion af det faktiske transportsystem og dannes konklusioner ud fra dette. Klima og miljømæssig bæredygtighed er også afgrænset, men ville have givet et større indblik i, hvorledes hyperloop skader miljøet i form af CO<sub>2</sub> eller lignende. Men fokus er at udforske kulturen og det sociotekniske system omkring transportnetværket. Til at understøtte analysen af transportnetværket blev der inddraget TSA som anden dimension til projektet. I forlængelse af dette er det valgt at afgrænse teknologiens artefakter og teknologiske modeller, da det hurtigt kan give et meget teknisk indblik i hyperloop, hvilket virker disruptivt for selve hensigten med projektet. Som konsekvens heraf er det også valgt at afgrænse eksisterende infrastruktur. Den eksisterende infrastruktur kunne have været en interessant del af aktørnetværket og kunne være interessant at undersøge, når det kommer til implementeringen. Men den eksisterende infrastruktur bliver kun relevant under implementering og konstruktion, hvilket ikke er tilfældet med hyperloop, eftersom den ikke er færdigudviklet eller implementeret. Det gør også, at projektet bliver hovedsageligt teoretisk, da det ikke er muligt, at se på konsekvenser før og efter, da det ikke findes.

## 7 Teori

I dette afsnit bliver ANT- og Diffusionsteori gennemgået for at skabe et overblik over, hvad disse teorier indebærer og hvordan de bliver benyttet i dette projekt.

### 7.1 Aktør Netværksteori

Aktør Netværksteori (ANT) bruges til at beskrive sociale handlinger eller kæder af reaktioner i et netværk (Hunice & Olesen, 2014). Der tages udgangspunkt i de aktører som agerer og de relationer, de har til hinanden. Teorien er en sociologisk analyse, som fokuserer på netværket, hvor aktørers forbindelser til andre aktører er med til at definere den specifikke aktør. Det kan siges, at relationen som en aktør har til den overordnede sammenhæng, definerer aktørens betydning i netværket. Betydningen af en aktør er dermed summen af relationerne (Jensen, 2003). Begrebet ”aktør”, defineres ikke kun som menneskelige aktører, men også materielle og immaterielle aktører (Ibid., 2003). Alle aktører i et netværk har en form for relation til hinanden og hvis der sker ændringer hos en aktør, påvirkes alle aktørerne, og hele netværket bliver påvirket. ANT er et redskab, der bruges til at undersøge et sammenhængende netværk af mange forskellige aktører. Det kan blandt andet benyttes til undersøgelser af teknologier, fordi tilgangen gør det muligt at undersøge de mange forskellige relationer imellem subjekt, teknologi og samfund (Ibid., 2003).

I dette projekt vil ANT blive inddraget til at indkredse de aktører, der er med til at implementere et hyperloop, samt aktører som teknologier, der opbygger hyperloop, og subjekt/samfund som kan se fordele og ulemper i at have hyperloop. Ved at skabe et overblik af disse kan der også ses på, hvilke relationer som fremmer og bremser teknologien som innovation.

### 7.2 Diffusionsteori

Diffusionsteori er specielt vigtigt i dette projekt, da det handler om hvordan teknologier og innovationer bliver implementeret. Da hyperloop ikke er implementeret endnu, kan det bruges til at give os et indblik i, hvad det vil kræve at få et hyperloop implementeret.

Diffusionsteori består af fem stadier:

- Knowledge
  
- Persuasion
  
- Decision
  
- Implementation
  
- Confirmation

For at en teknologi kan blive implementeret succesfuldt, skal den igennem alle disse stadier uden at blive forkastet (Rogers, 1983).

### **Knowledge**

Dette stadie starter, når et subjekt eller en beslutningstager bliver gjort opmærksom på, at teknologien eksisterer og får en begrænset forståelse af hvordan den virker. Inden for dette stadie er der to vigtige begreber, selective exposure og selective perception (Ibid., 1983).

Selective exposure betyder, at individer generelt set vil udsætte sig selv for beskeder, ideer og holdninger der stemmer overens med ens egne holdninger. Desuden medfører det, at subjekter vil enten med vilje eller ubevidst undgå ting, som modsiger deres meninger. Dette kan betyde, at for at teknologien opdages skal den stemme overens med ens holdninger (Ibid., 1983).

Selective perception indebærer at anskaffe viden om en innovation, men det skal først opfattes som en innovation. inden dette kan begyndes. Hvis det ikke anses som en innovation, selvom man er blevet introduceret for innovationen, så kan det første trin af processen ikke opfyldes (Ibid., 1983).

### **Persuasion**

På dette stadie danner subjektet meninger om innovationen. Disse meninger kan være både positive og negative. Men før at disse meninger bliver dannet, skal subjektet selv begynde at opsøge ny viden om innovationen (Ibid., 1983).

Her optræder selective exposure igen, da de holdninger, der bliver dannet, afhænger af, hvor subjektet får sin nye viden fra. Hvis der allerede er negative holdninger om en innovation, og subjektet opsøger disse negative holdninger, er det muligt, at individet vil have de samme holdninger (Ibid., 1983). Når subjektet har dannet sine meninger positive eller negative vil de gå videre til næste skridt i processen (Ibid., 1983).

### **Decision**

Når subjektet har dannet sine holdninger om en innovation i persuasion-fasen, så vælger subjektet enten at acceptere eller at forkaste innovationen. Det kan simplificeres til, at brugeren foretager en beslutning, hvor de enten accepterer eller benægter innovationen på baggrund af den viden, som de har indsamlet i de første to faser. Hvis den accepteres, vil brugeren ofte afprøve teknologien for at se hvor brugbar den er. Hvis dette er en mulighed, kan det gøre, at innovationen bliver accepteret hurtigere. Hvis den benægtes, så forkastes innovationen (Ibid., 1983).

### **Implementation**

Dette stadie er implementeringen af innovationen. Dette trin er det første trin, hvor der sker fysiske ændringer. Der kan stadig være en hvis usikkerhed omkring konsekvenserne af innovationen, selvom den er blevet accepteret og dette kan lede til yderligere vidensøgning. Dette stadie må vurderes

som afsluttet, når en innovation bliver en fast del af et samfund og den ikke længere ses som en ny idé. På dette stadie er det også normalt at se, at en innovation bliver ”genopfundet”. Det betyder, at den bliver ændret af dens brugere for at tilpasse de forskellige miljøer den bliver implementeret i (Ibid., 1983).

### **Confirmation**

I det sidste stadie af processen søger brugere af innovationen at blive bekræftet i de valg, der allerede er blevet foretaget. Her kan innovationen forkastes, hvis brugeren finder viden, der modsiger de valg, der er taget. Confirmation kan opfattes som endnu en decision-fase, da innovationen kan indgå i en anden kontekst og skal accepteres igen. Der kan dog også ske det modsatte, hvis der findes viden, der understøtter innovationen på en positiv måde, som får subjektet til at bruge den (Ibid., 1983).

I dette projekt vil diffusionsteori blive inddraget i analysen til at vurdere, hvor langt implementeringen af hyperloop er nået ud fra de fem stadier i diffusionsteori og hvad det næste skridt i introduktionen af den nye transport teknologi er. Desuden vurderes hvilke kriterier, der skal være gældende, for at den kan rykke videre fra det pågældende stadie. Diffusionsteorien giver også indsigt i hvilke aktører, der især har indflydelse til at kunne påvirke, hvilke faser hvori innovationen befinder sig.

## **8 Metoder**

### **8.1 Trin model**

Trin modellen er ikke en direkte metode, men en arbejdstilgang til at undersøge teknologier. Generelt bruges ikke alle seks trin i analysen, da nogle af trinene kan virke irrelevante for den specifikke undersøgelse som der foretages (Jørgensen., N, 2018). Modellen består af i alt seks trin:

- Indre mekanismer og processer
- Teknologiers artefakter
- Teknologiers utilsigtede effekter
- Teknologiske Systemer
- Teknologiske Modeller
- Teknologier som Innovation

I dette projekt inddrages, Indre mekanismer og processer, Teknologiers utilsigtede effekter, Teknologiske systemer og Teknologier som innovation. Indre mekanismer og processer, inddrages som et redegørende afsnit, hvor funktionerne for hyperloop beskrives. Det kan være en teknologi, som er lidt svær at



forstå, fordi den er meget teknisk. Teknologiers utilsigtede effekter inddrages som et diskuterende afsnit for at skabe en forståelse af eventuelle konsekvenser - positive såvel som negative - samt til at skabe et overblik over reaktive konsekvenser mod samfundet. Teknologiske Systemer inddrages som en del af ANT, da dette trin giver et godt overblik over, hvordan hele det teknologiske netværk er sammensat. Det sker ved at undersøge hvilke forskellige teknologier der indgår, og hvordan de er forbundet. Teknologier som innovation inddrages i form af de sociotekniske systemer og difussionsteori. Ved brug af sociotekniske systemer vil der nemlig kunne skabes en forståelse af, hvordan hyperloop er en innovation udfra fra allerede eksisterende teknologier. Desuden kan det overvejes, hvorledes hyperloop kan lede til nye innovationer (Jørgensen, 2018).

## **8.2 Case studie**

Case studiet er en undersøgelse af alle data fra en specifik case inden for en bestemt kontekst. Når der fokuseres på et case studie, gøres det ofte med en specifik geografisk lokalitet eller et begrænset antal af informanter. Case studiet undersøger generelt virkelige fænomener ved at undersøge konteksten for en eller flere hændelser/handlinger og deres sammenhæng med hinanden (Zainal, 2007). Case studiet er en metode, som bliver brugt i studier af sociologiske sammenhænge og er en anerkendt metode til at foretage holistiske undersøgelser. Ved at bruge case studiet kan der arbejdes videre ud fra statistiske og kvantitative data og der kan skabes en større forståelse af aktørernes handlinger (Ibid., 2007). I forhold til undersøgelsen af hyperloop vil der kunne sammenlignes hændelser og tendenser omkring transport, der minder om hyperloop.

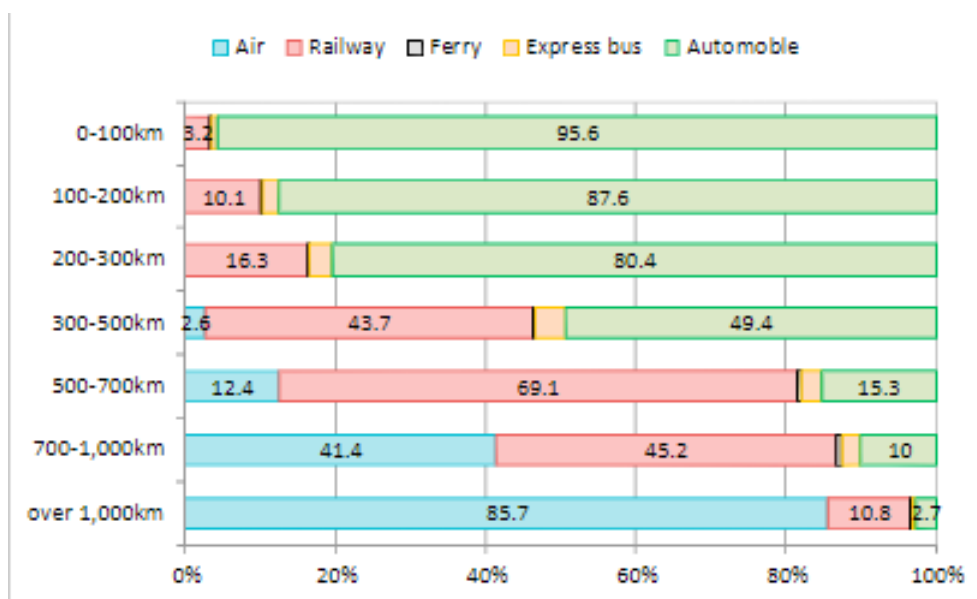
### **8.2.1 Paradigmatisk case**

I følgende afsnit introduceres Shinkansen, som indgår som dette projekts case studie - da Shinkansen er en af de mere velimplementerede High Speed Rail (HSR) systemer i verdenen - og der vil blive problematiseret hvilke effekter implementeringen har haft på samfundet. Der vil også blive dannet et overblik over hyperloop generelt og hvordan det forventes implementeret. Den paradigmatisk case er det gældende case studie, da det er et studie, som kan vise "det gode eksempel" på, hvordan en social setting eller en prototype kan udføres inden for det pågældende område (Flyvbjerg, 2010). I dette projekt er det sammenhængen imellem Shinkansen og hyperloop, hvor der afspejles implementeringskonsekvenser fra Shinkansen over i den eventuelle implementering af hyperloop.

## **8.3 High Speed Rail**

Højhastighedstog har vist sig at være en accepteret teknologi af brugerne og har udviklet sig under forskellige samfund og kulturer. Mere end 43.000 kilometer jernbanespor er på verdensplan

tilpasset til tog med hastigheder på mere end 250 km/t i 2018 (ITF, 2019). HSR-systemer blev oprindeligt udviklet i Japan med Shinkansen i 1961 og derefter fra 1980'erne i Europa med TGV i Frankrig. De første forbindelser var placeret i store byområder inden for 200-400 km afstand, det vil sige på ruter, hvor efterspørgslen efter effektiv og hurtig transport er høj, og hvor HSR kan være konkurrencedygtig i forhold til lufttransport. Indtil 2010 udviklede netværket sig i et langsomt tempo, med langt størstedelen af nye linjer i Vesteuropa og Japan. Men adaptationen accelererede i løbet af det sidste årti. Især i Kina, hvor man i løbet af de sidste 15 år har lagt 30.000 km spor til dag, hvilket er 75% af verdens samlede sporenlængde. På verdensplan er 10.000 km HSR-linjer under opførelse og yderligere 40.000 km linjer er planlagt eller under vurdering (ITF, 2019). HSR på jernbane kan være et teknologisk gennembrud med potentiale til at forstyrre de nuværende transportmønstre, for mens traditionelle HSR-systemer bruger konventionel hjul-til-stål-teknologi med elektrisk fremdrift, der drives via elkabler, men HSR-skinnesystemer kan også skabe fremdrift baseret på elektromagnetisk levitation, som kaldes maglev. Denne driftform kan i teorien have driftshastigheder på mellem 500 km/t og 1.200 km/t sammenlignet med lidt over 300 km/t for HSR drevet via el kabler (ITF, 2019).



Figur 3: Procentdele af transporttyper afhængig af distancen (Kojima et. al, 2017, s. 346)

Til transport på mellem 100 til 1.000 kilometer er togtransport meget populær og er der hvor Shinkansen indgår, hvor den kun bliver overhalet af flytransport på distancer over 1.000 kilometer. Hele Shinkansen netværket medvirker også som en helhed til den hurtigere rejsetid. Nye linjer er blevet tilbygget og har forbundet næsten hele Japan med netværket, hvor det er muligt at tage toget fra nord til syd. Netværket har ikke alene sænket rejsetiderne imellem storbyerne, men rejsetiden er også hurtigere end fly på de korte distancer.

## 8.4 Hyperloop

Den 8. november 2020 blev den første test af en hyperloopkapsel med passagerer ombord udført i Nevada, USA. Det var Virgin Hyperloop, som var virksomheden, der stod for den første test. Testen blev udført på en bane, der var 500 meter lang, og i kapslen var der to passagerer. *"Once it was on, it was smooth acceleration, very quiet, barely noticed any type of bumps at all, and then we came to a stop. The only dissapointment, was when it ended"* (Mills, 2020, s. 1).



Figur 4: Testbanen i Nevada på 500 meter (theb1m.com)

Selvom dette var en succesfuld test, som viser at hyperloop kan operationaliseres, er der stadig en lang vej før teknologien kan implementeres i samfundet (Ibid., 2020), men ingeniører og virksomheder ser alligevel testen som et kæmpe skridt fremad inden for transportsektoren. Så afhængig af den fremtidige udvikling, kan dette måske betragtes som en historisk begivenhed (Ibid., 2020) og der er allerede indgået aftaler med det Amerikanske transportministerium, om at få bygget en hovedbase i West Virginia, i håb om at "booste" stats-økonomien og skabe flere jobs (Ibid., 2020). Så skønt hyperloop har medbragt meget skepsis, siden det blev bragt ind som et forslag for en moderne transportteknologi og skønt mange af dem, som arbejder på hyperloop erkender skepticismen, så arbejder de på at udvikle teknologien og løse mange af de problemer, som folk instinktivt associerer med denne nye teknologi (Ibid., 2020).

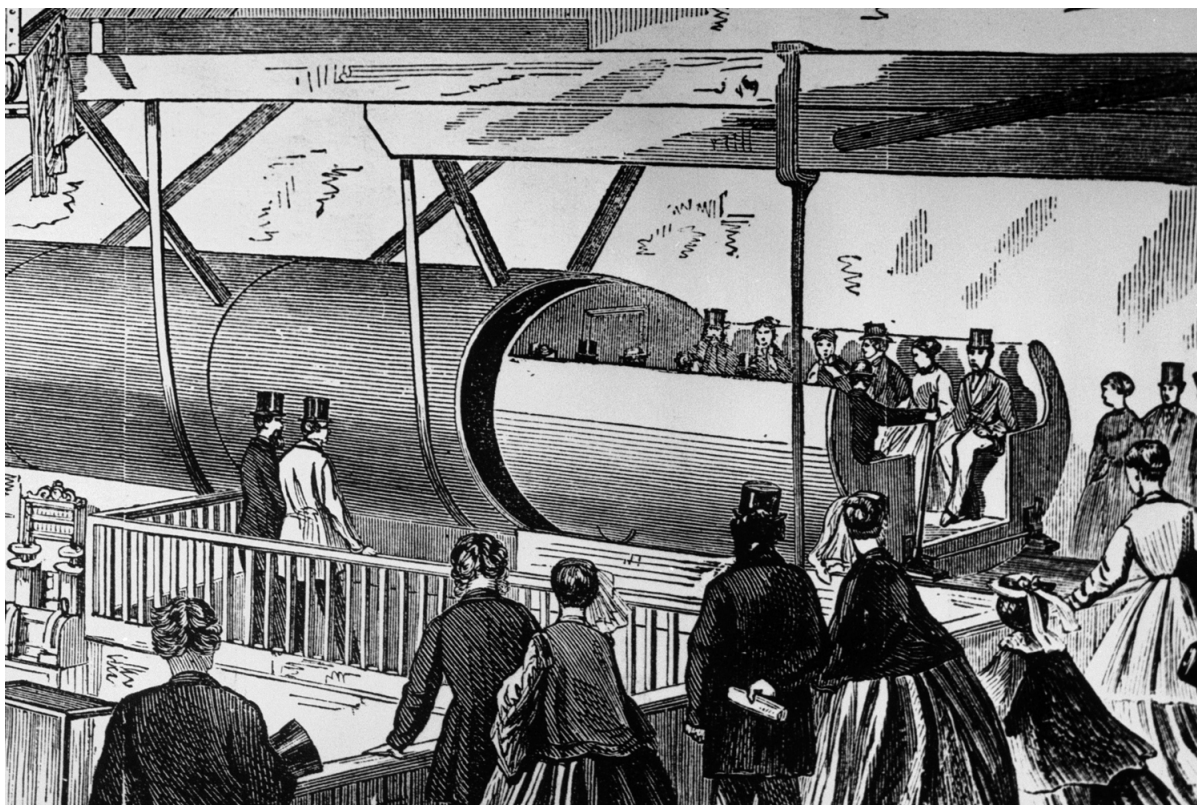
## 9 Analyse

Dette afsnit benytter den teori, der tidligere er redegjort for, til at give et kvalificeret estimat af hyperloopets indflydelse på samfundet samt dets kommercielle levedygtighed ved først at introducere teknologihistorie, som forklarer hvor hyperloopteknologien stammer fra. Derefter uddybes hvordan hyperloop fungerer, hvor der inkluderes et overvejende afsnit om sikkerheden. Det leder over i Transport Justice, der anvendes til at vurdere, om der kan opstå uligheder på baggrund af implementeringen af hyperloop. De sociotekniske forhold er inddraget for at undersøge om teknologien er disruptiv. Som afslutning på analysen introduceres den paradigmatisk case, som samler data fra Shinkansen og perspektivere dem over i hyperloop, hvor det vurderes, hvilke implikationer dette har.

### 9.1 Gammel ide - forbedret teknologi

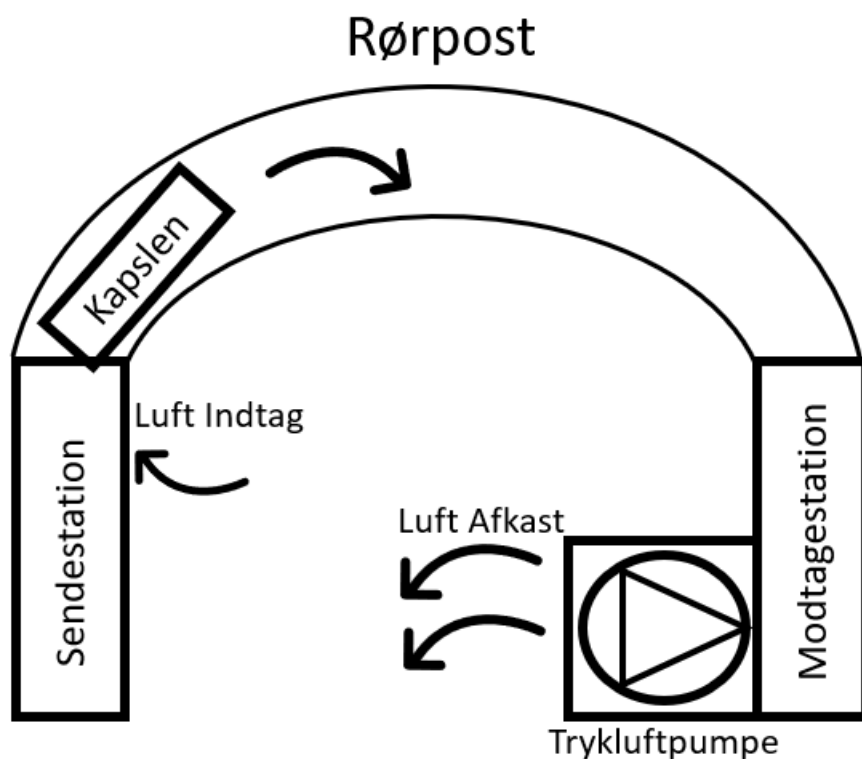
I 2013 kom Elon Musk, den berømte iværksætter og administrerende direktør for Tesla og Space X, med en idé til et "super tog", som skulle køre i vakuumrør og ved hjælp af lufttryk og magnetisk levitation, som også kaldes maglev. Dette nye transportmiddel ville blive kaldt hyperloop. I et forskningsoplæg skitserede han (Musk, 2013) dets potentiale og udfordrede andre teknologivirksomheder til at udvikle det til kommercialisering. To startup virksomheder, Shervin Pischev's Hyperloop One og Dirk Ahlborn's Hyperloop Transportation Technologies, var de første, som arbejdede på at gøre hyperloop til en realitet. I juli 2017 afslørede Musk, at han arbejdede på sit eget system og oplyste, at han modtog regeringens godkendelse til at opføre et hyperloop mellem Washington, DC og New York City (Musk, 2017).

Musk er ikke den første person, der har foreslået lufttrykdrevet transport. Konceptet og teknologien bag hyperloop blev udviklet i slutningen af det 17. århundrede med opfindelsen af verdens første vakuumrør til transport, hvilket førte til det "underjordiske transit-system", som var drevet af trykluft. En mand ved navn Alfred Ely Beach stod bag denne opfindelse. Beach forestillede sig et trykluftrør som et middel til levering af post i centrum af byområder og det var en opfindelse, der blev anvendt bredt. Og i 1860'erne, efter at have eksperimenteret med en kabelbane, fik han ideen om en lufttrykdrevet metro (Munn & Co., 1897). På messen American Institute i 1867 i New York City, udstillede han et rør, hvor i en 10-personers vogn blev kørt frem og tilbage af en kraftig ventilator. Denne ide kom dog ikke til at revolutionere transportsektoren. Men teknologien blev anvendt, som Beach havde først forestillede sig, nemlig i form af rørpost (Munn & Co., 1897).



Figur 5: En tegning af Beachs pneumatiske jernbane klar til afgang (Getty Images).

Rørpost fungerer som følgende: To kasser er forbundet med et rør. Den ene kasse kaldes en sendestation og den anden modtagestation. Mellem de to er et rør lavet af PVC-plast eller aluminium. Modtagestationen kaldes også den drevne station, da det er her systemet forsynes med trykluft, der bevæger kapslen frem og tilbage i rørene. Trykluftpumpen kan enten suge luft eller blæse fra røret; afhængigt af hvilken retning pakker og breve skulle transporteres (Pneumatic tube, 2013).



Figur 6: En principtegning af simpelt rørpostsystem med en afsender og en modtager, Lavet i paint af Nielsen, J.S., 2020

Netop som rørpost var blevet en del af folks hverdag, blev en videreudvikling af teknologien bremset af den første verdenskrig. Pneumatisk posttransport blev suspenderet, grundet at det brugte for meget brændstof på at drive de store luftkompressorer, som systemet havde brug for. Efter krigen blev tjenesten gendannet men kun i New York og Boston (Historian, 2008).

Private virksomheder, der ville have bygget nye systemer, indstillede byggearbejdet på grund af at mængden af post oversteg de eksisterende systemers kapacitet. I stedet for investerede postvæsenet i postvogne, som havde adskillige ekstra fordele, såsom at kunne transportere post til steder, som lå mere fjernt, end et pneumatisk rørsystem kunne nå. Desuden kunne vognen også transportere større pakker. I 1953 annullerede den amerikanske postmester General Arthur Summerfield den pneumatiske rørpost og beordrede demontering af systemerne (Historian, 2008). Alligevel ser man her de første spæde skridt mod udviklingen af en hyperloop.

## 9.2 Teknologiens indre mekanismer og processer

Dette trin søger at afdække de mindre bestanddele af et hyperloop. For på bedst mulig vis at kunne foretage kvalificerede estimater på hvilken påvirkning et hyperloop ville have, er det vigtigt at vide, hvad et hyperloop egentlig indebærer rent praktisk.

Et hyperloop er en variation af en såkaldt *vactrain* (Discovery Channel, 2003). Konceptet udskiller sig fra konventionelle tog ved at bevæge sig i et rør, der er mere eller mindre komplet tømt for luft. Derudover er der vakuumpumper, som pumper luft ud af røret (Musk, 2013). ”Toget” har således en væsentligt sænket luftmodstand og det kræver derfor betydeligt mindre energi at skabe fremdrift. Hyperloopkapslen er interessant, fordi den udover at bevæge sig i et næsten luftfrit miljø, også eliminerer friktion mellem hjul og skinner, ved at levitere ved hjælp af elektromagnetisme. Kapslen drives primært af trykforskellen i røret på hver sin side af kapslen. Med et højere tryk bag kapslen, vil dette skubbe kapslen frem, da luften vil forsøge at udligne trykket. Trykket på den anden side af kapslen vil stige i takt med at toget nærmer sig destinationen og i sidste ende bidrage til at bremse kapslen. Lige nu er der flere store virksomheder, der arbejder på at gøre hyperloop til en realitet. En af dem er Virgin med deres Virgin Hyperloop One. Virgin Hyperloop One blev oprettet i 2014 og er i gang med projekter i flere amerikanske stater samt i lande som Indien og Saudi Arabien. Deres mål er at have et operativt system i 2021 (Ranger, 2019). De gør brug af magneter (maglev) til at få kapslen til at svæve hvorefter den glider afsted med en hastighed op til 1080 km/h (Virgin Hyperloop, u.d.)



Figur 7: Virgin Hyperloop Pegasus klar til afgang (Virgin Hyperloop, u.d.).

Virgin Hyperloop' kapsel til transport af mennesker hedder Pegasus og er 12 m lang. Den bliver brugt på testbanen i Las Vegas, Nevada (Virgin Hyperloop, u.d.). Det er den danske designgruppe Bjarke Ingels Group, som står bag udseendet og designet af kapslen. Virgin Hyperloops Pegasus eller XP-2, er en køretøjstype, som er tiltænkt et autonomt transportsystem, hvor en hyperlooprejse vil opnå en hastighed på over 1.000 km/t. Efter over et års tæt samarbejde, har de første passagerer

nu testet denne nye form for transport på Virgin Hyperloops 500 m. Dev-Loop testbane i Las Vegas, hvor virksomheden tidligere har kørt over 400 ubemandede tests af deres kapsler. Demonstrationen blev overvåget af den brancheanerkendte Independent Safety Assessor (ISA) Certifier og markerede et stort øjeblik i transport, da Pegasus blev det første bemandede og fuldt funktionelle system til hyperlooprejser (Virgin Hyperloop, u.d.). Bjarke Ingels Group' rolle har været at definere designsprog og egenskaber for fremtidige Virgin Hyperloop-køretøjer. Mens produktionskøretøjet vil være større og rumme op til 28 passagerer, blev denne 2-personers kapsel bygget til at demonstrere, at passagerer faktisk kan rejse sikkert i en hyperloop kapsel (Virgin Hyperloop, u.d.).



Figur 8: Virgin Hyperloop Pegasus to-sæders eksperimentelle Pod-2 (XP-2) (Virgin Hyperloop, u.d.).

Dette design fokuserer på både trykbeholderen og slæden, som kapslen kører på, der kombinerer både ydeevne og komfort. Da hyperloop kapslen fungerer i et nærmest vakuummiljø, bliver behovet for aerodynamik minimalt, hvilket fører til et slankt design uden aerodynamiske funktioner. Dette miljø gør transportsystemet meget mere energieffektivt end traditionel jernbanetransport. Pegasus kapslen bevæger sig med en høj ankomst- og afgangshastighed, der giver mulighed for on-demand rejser (Virgin Hyperloop, u.d.). Kapslens forreste vinkel skaber naturlige trin til ind- og udgang af og på siderne af kapslen såvel som døren sidder et fremadvendt vindue, så der er udsyn til tunnelen. Disse funktioner skaber en forbindelse til Pegasus' ydre design, som har bløde former og en pilleformet udskæring. Indvendigt tjener sæde- og armelementerne flere funktioner, herunder som ind- og udstigningshjælp, samt til opbevaring af sikkerhedsudstyr, iltbeholder og belysning (Virgin



Hyperloop, u.d.) så sikkerhed og komfort er prioriteret med det nødvendige sikkerhedsudstyr og betjeningslementer indbygget i møblerne. Testen gav et momentum på lovgivningsfronten, da Virgin Hyperloop i oktober 2020, afslørede West Virginia som placeringen for Hyperloop Certification Center (HCC). Planlægningen af HCC' anlæggelse er nu offentliggjort, ligesom der er foretaget nogle overvejelser mht. sikkerheden i kapslen, der kan hjælpe med til at certificere hyperloop-systemer rundt om i verdenen (Virgin Hyperloop, u.d.).



Figur 9: Indvendigt i Virgin Hyperloop to-sæders eksperimentelle pod-2 (XP-2) (Virgin Hyperloop, u.d.).

### 9.2.1 Sikkerhed

Hyperloop har flere vigtige sikkerhedsrelaterede implikationer for passagererne. De følgende fem punkter vil blive belyst:

- Evakuering af passagerer
- Problem ved hurtig deceleration
- Strømafbrydelse
- Kapsel strandet i rør
- Jordskælv

### **Evakuering af passagerer**

I tilfælde af en alvorlig hændelse med kapslen kan passagerer mangle ilt. I en sådan situation, som i fly, ville der formentlig blive brugt iltmasker. Sikkerheden i hyperloop vil ligne den, man kender fra flytransporten. Alle kapsler kommer til at have direkte radiokontakt med stationsoperatører i tilfælde af en nødsituation, så passagerer kan rapportere enhver hændelse, eller anmode om hjælp og modtage hjælp. Derudover vil alle kapsler være udstyret med førstehjælpsudstyr (Taylor, C. L., Hyde, D. J. & Barr, L. C. 2016). På trods af disse sikkerhedsforanstaltninger er spørgsmålet, om en passager kan modtage behandling undervejs. Det nævnes hverken i Hyperloop Alpha eller Virgin Hyperloop. Dog hævdede Hyperloop Alpha at det på de korte rejser, som San Francisco til Los Angeles på 30 minutter (Musk, 2013), vil være bedst at forsætte rejsen og være klar til redning ved ankomststationen.

I tilfælde af en nødsituation, hvor der kræves en evakuering under rejsen, så har Hyperloop Alpha og Virgin Hyperloop indtænkt en flugtluge i kapslen. Passagerkapslerne, som kører igennem rørene, vil være udstyret med nødbremser og motordrevne hjul for at sørge for at strandede kapsler kan fjernes fra røret, uden at de kommer til at udgøre en risiko for sammenstød. I tilfælde af at der kræves trykafledning i stor skala, vil andre kapsler i røret automatisk begynde nødopbremsning, mens hyperlooprøret vil returnere til normalt atmosfærisk tryk i hele sin længde. I en nødsituation, hvor en strandet kapsel blokerer for røret, så bremses alle kapsler bag den strandede kapsel og transporteres bagefter i sikkerhed ved hjælp af små elektriske motorer til at drive indbyggede hjul. Alle kapsler vil desuden være udstyret med O<sub>2</sub>-tanke, der er store nok til at sikre alle passagerernes sikkerhed i de værste tilfælde (Taylor, C. L., Hyde, D. J. & Barr, L. C. 2016).

### **Problem ved hurtig deceleration**

Sikkerhedsproblemet i tilfælde af en krævet hurtig deceleration er, at fejlmargenen er relativt lille, da systemet kan have op til 28 kapsler, der afgår hvert 30. sekund, hvilket betyder, at der vil være 70 kapsler i det rør, der forbinder Los Angeles med San Francisco. I betragtning af deres hastighed og afgangsintervallerne vil kapslerne være adskilt med betydelige afstande, gennemsnitligt ca. 37 km under drift (Taylor, C. L., Hyde, D. J. & Barr, L. C. 2016). Ikke desto mindre kan der opstå en alvorlig sikkerhedsrisiko ved et problem, der tvinger kapslerne til at bremse eller stoppe, og bremsene svigter i en af kapslerne. NASA har beregnet de krævede stopafstande i tilfælde af en nødsituation som ved en systemfejl eller funktionsfejl. For at forenkle beregningerne blev der antaget en maksimal kapselhastighed på 295 m/s (1.070 km/t), maksimal acceleration på 0,5 g og at der blev afsendt en kapsel hvert 30. sekund (Musk, 2013). Derudover blev det antaget, at hver kapsel ville vide med det samme, hvis en kapsel foran den fortog et nødstop. En kapsel kan accelerere til sin maksimale hastighed på 295 m/s på 60 sekunder. Ved hjælp af disse antagelser angav NASA, at selvom den første kapsel går fra maksimal hastighed til at stoppe øjeblikkeligt, behøver den anden kapsel kun at bremse ved 0,5 g for at undgå kollision. Fra disse resultater blev det bestemt, at afstanden mellem de

to kapsler, når de begge nåede maksimal hastighed, vil være ca. 8,85 km, og ca. 4,5 km ville være nødvendigt for at stoppe fuldstændigt fra maksimal hastighed ved 1 g deceleration (Taylor, C. L., Hyde, D. J. & Barr, L. C. 2016). Analysen konkluderede således, at den foreslåede 30-sekunders afgangstid er mulig set fra et bremselængdeperspektiv.

### **Strømafbrydelse**

Mens hyperloop vil omfatte sikkerhedssystemer - fra iltmasker (i tilfælde af trykfald) til nødbremser og udtrækkelige hjul i hver kapsel - er systemer som disse ikke fejlfri og strømafbrydelser og batterifejl vil kunne forekomme. I tilfælde af strømsvigt i området og for at undgå en langvarig nedlukning af hyperloopsystemet er det nødvendigt at gennemføre turen for alle igangværende kapsler. I hyperloop Alpha mindskes risikoen for strømafbrydelse i deres design ved at bruge to eller flere overflødige lithiumion batteripakker til at forsyne kapslens driftssystemer (Musk, 2013).

### **Strandet kapsel**

En kapsel, der er strandet i røret på grund af et system eller en komponentfejl eller måske en passagerers nødsituation, udgør en sikkerhedsrisiko. Hyperloop Alpha adresserer dette problem ved at sige, at dette scenarie er meget usandsynligt, da kapslen kører størstedelen af afstanden i høj hastighed, og der ikke kræves acceleration i mere end 90% af rejsen (Musk, 2013). Hvis en kapsel på en eller anden måde strandede, ville kapslerne foran fortsætte deres rejse til destinationen uden påvirkning. Kapsler bag den strandede vil automatisk udføre en nødopbremsning. Når alle kapsler bag den strandede kapsel er standset vil kapslerne køre sig selv i sikkerhed (Taylor, C. L., Hyde, D. J. & Barr, L. C. 2016).

### **Jordskælv**

Et sikkerhedsproblem som er især gældende på den foreslåede rute fra Los Angeles til San Francisco gennem det centrale Californien, er at pylon- og rørinfrastrukturens skal kunne modstå jordskælv. I Californien er alle transportsystemer bygget med jordskælv i tankerne. Hyperloop Alpha skriver, at hyperloop ikke vil være anderledes. Hele rørlængden bygges med den nødvendige fleksibilitet til at modstå jordskælvsbevægelser, samtidig med at betonpylonerne bygges således, at de kan opretholde røret i ekstreme situationer. Det er også sandsynligt, at hyperloop kapslerne i tilfælde af et alvorligt jordskælv ville aktivere deres nødbremsesystemer (Taylor, C. L., Hyde, D. J. & Barr, L. C. 2016).

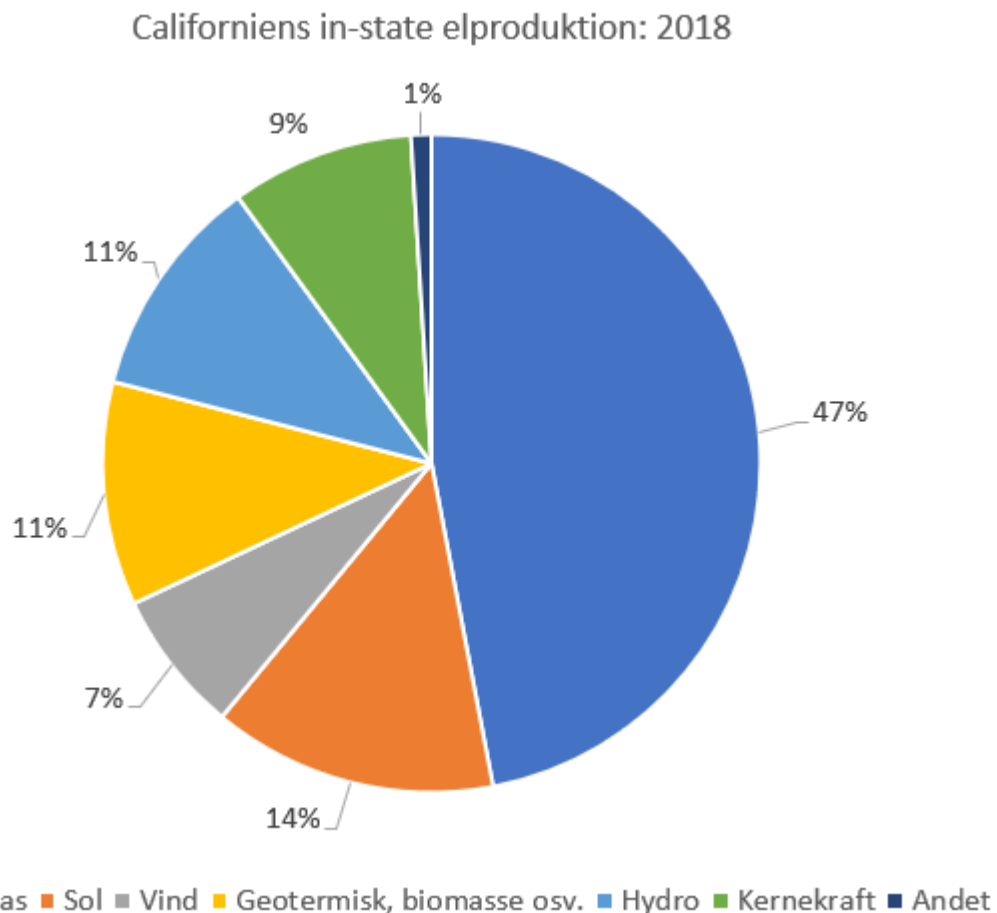
## **9.3 Relevante præmisser for implementeringen af teknologien**

Dette kapitel fokuserer på de præmisser, som hyperloop vil blive implementeret under. Såvel energien, der bliver brugt af teknologien, det samfund den bliver implementeret i med fokus på det økonomiske aspekt og de aktører, som har interesse og indflydelse i teknologien. Disse præmisser er delt op i

tre afsnit: energinettet, aspekter i et samfundssperspektiv og Aktør-Netværksteori, som til sammen danner nogle vigtige synspunkter, som er relevante at tage stilling til inden en realisering af hyperloop.

### 9.3.1 El-nettet

I 2018 var den samlede produktion for Californien 285.488 gigawatt-timer (GWh), en nedgang på ca. 2 % eller 6.549 GWh fra 2017. Californiens ikke-CO<sub>2</sub>-udledende elektriske produktionskategorier (kernekræft, vandkraft og anden vedvarende energi) stod for 53 % af elproduktionen sammenlignet med 56 % i 2017. Som et resultat faldt produktionen i staten med 6 % (11.494 GWh) til 194.842 GWh. Dette fald skyldtes delvis reduceret produktion fra vandkraftværker, da tørken vendte tilbage i den gældende periode (California Energy Commission, 2019).

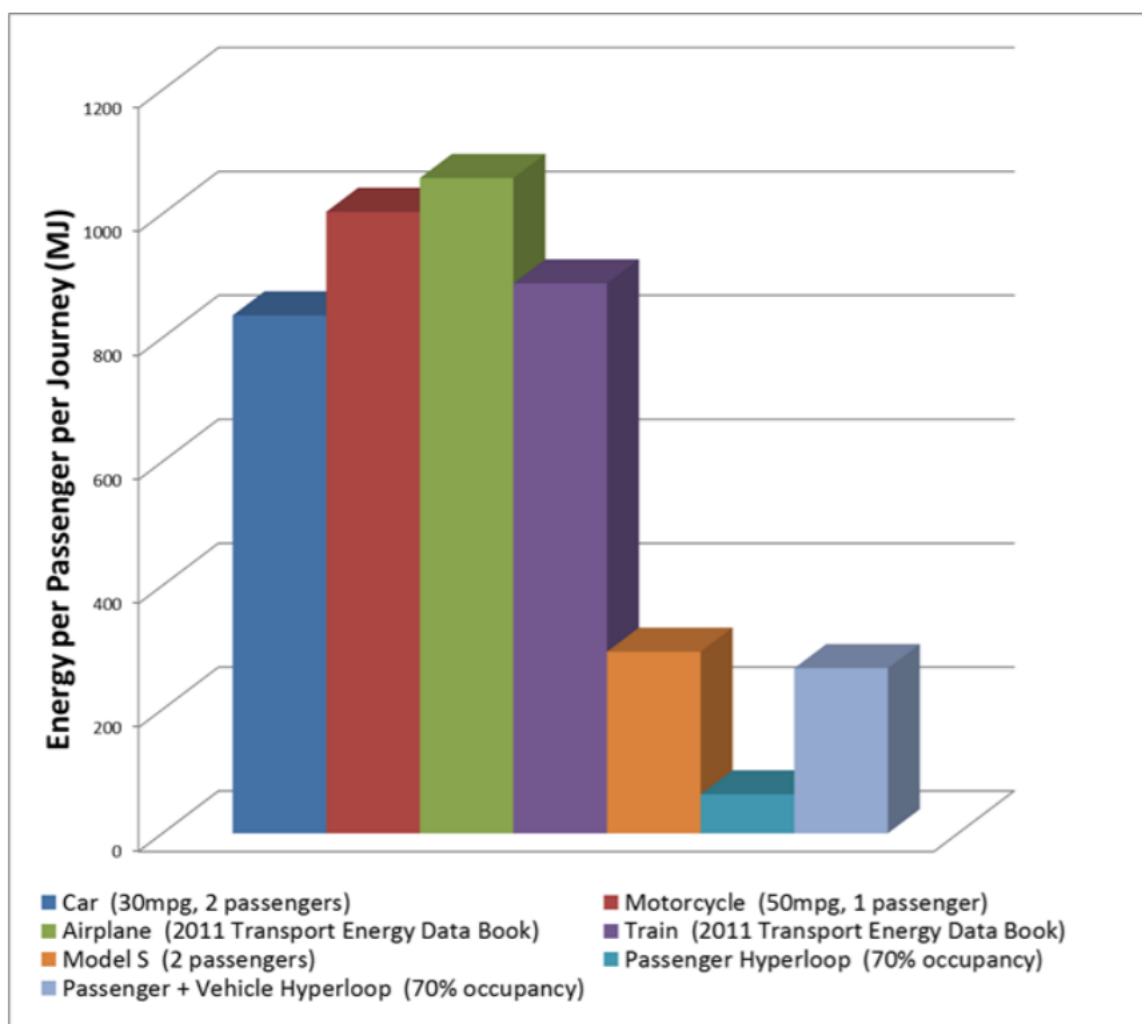


Figur 10: Dette diagram tegnede sig for 68 % af CA's forbrug af el i 2018; de resterende 32 % blev importeret fra andre stater (California Energy Commission, 2019).

Det samlede fald i Californiens systemproduktion i 2018 er i overensstemmelse med de tendenser, der er observeret af samfundets energibehov. I de senere år har efterspørgslen efter elektricitet været flad eller svagt faldende, da energieffektivitets programmer har resulteret i besparelser, som når for eksempel kunderne selv installerer solcelleanlæg, der direkte fortrænger produktionen fra elforsyning. I 2018 blev solcelleanlæg anslået til 13.582 GWh, en stigning på 20 % fra 2017. Den stærke vækst i solceller har haft derfor haft en målbar indvirkning på forsyningsservicen og dermed på det samlede systems elektriske produktionsoversigt (California Energy Commission, 2019).

Californien har cirka 80.000 MW produktionskapacitet installeret over hele staten blandt mere end 1.500 kraftværker, der bruger en bred vifte af produktionsteknologier. Den samlede installerede vedvarende produktionskapacitet er 32.400 MW med næsten 12.000 MW fra sol og 6.000 MW fra vind. Store vandkraftværker betragtes som en ressource uden udledning af CO<sub>2</sub> og de giver yderligere 12.000 MW kapacitet, mens Californiens sidste tilbageværende kernekraftværk, Diablo Canyon, leverer 2.400 MW. Naturgasfyrede kraftværker udgør 41.000 MW eller ca. halvdelen af statens samlede produktionskapacitet (California Energy Commission, 2019). Den enorme vækst i vedvarende produktionsanlæg har også bidraget til at reducere statens afhængighed af naturgas, hvilket favoriserer de kraftværker, der kan give hurtige rampefunktioner til at integrere vind- og solgenerering, mens de fortrænger brugen af aldrende dampgeneratorer, der er langsomme til at reagere til skiftende el-netforhold.

Hyperloop er altså et godt alternativ i forhold til andre transportformer, når det kommer til mængden af energi, som systemet kræver.



Figur 11: Energi pr. passager fra San Fransisco til Los Angeles (Musk, 2013, s. 9).

I ovenstående figur vises det, at den påkrævede energi for et velfungerende system er meget mindre end andre transportformer. Dette kan have kæmpe betydning, når der er tale om energiudnyttelse. I Musk' notat nævnes, at installerede solceller på toppen af røret kunne være en mulighed til at producere elektricitet til den daglige drift af hyperloop. Solcellerne skulle producere en gennemsnitlig energiproduktion på 57 MW (Musk, 2013). Hele systemet forventes kun at skulle bruge 21 MW, hvilket svarer til ca. 37 % af systemets maksimale kapacitet hvilket betyder, at hvis der benyttes solceller, vil der være et overskud af elektricitet. Hvis systemet ikke skal udvinde noget CO<sub>2</sub>, kan det gøres hvis der konstrueres solceller på rørene. Eller, hvis produktionskilden for elektriciteten er CO<sub>2</sub>venlig. Det vil sige, at et hyperloop skal forbindes til en af de ikke-CO<sub>2</sub> udledende produktionskategorier. Derudover, kræver det også, at det hyperloop, der implementeres, ikke får et forbrug, som overstiger produktionen fra de forskellige værker.

### 9.3.2 Højhastighedstog systemer i et samfundssperspektiv

I et samfundssperspektiv er det interessante ved højhastighedstog (HSR) konstruktionsomkostninger, billetpriser og den tilsvarende efterspørgsel. Og maglev og hyperloop tilbyder transporttjenester, der i mange aspekter kan sammenlignes med traditionelle tog: nemlig pålidelige ture mellem bycentre og samme boardingprocesser, så afhænger den endelige efterspørgsel hovedsageligt af billetpriser.

HSR vil være konkurrencedygtig på markedet, hvis billetpriserne svarer til brugernes villighed til at betale for øget hastighed, og hvis der er tilstrækkelig efterspørgsel til at dække omkostningerne på forhånd. HSR's kapitalomkostninger og dermed de priser, der kræves for at dække dem, er nøglefaktorerne for deres optagelse (ITF, 2019). Med da der ingen HSR-service i stor skala er tilgængelig i dag, er kapitalomkostningerne ved disse systemer usikre. Flere kilder rapporterer om variationer i omkostningsestimater, der adskiller sig efter størrelsesordener. Det oprindelige skøn for projektet Los Angeles – San Francisco var USD 10 millioner pr. km i 2013, som i efterfølgende kommercielle forslag ændrede tallet til USD 40 millioner (Ibid., 2019). Eksterne eksperter har også foreslået, at kapitalomkostningerne til hyperloopsystemet kunne overstige USD 75 millioner pr. km. Desuden er disse omkostninger uden erhvervelse af jord samt de forskellige tekniske og juridiske udgifter, der kræves til store infrastrukturprojekter. Der ses altså samme optimisme-forskydning, som ved mange store transportprojekter - en undersøgelse af HSR-projekter i f.eks. Frankrig viste, at byggeomkostningerne var i gennemsnit 20 % højere end forudsagt (Ibid., 2019). Endelig kræver HSR-systemer relativt lige ruter for at undgå for store laterale kræfter. Omkostningerne kan således være meget vanskelige at beregne, især i regioner med kuperet topografi, fredede landskaber og høj jordværdi.

Maglevs er allerede i drift og teknologiens videreudvikling afhænger primært af den økonomiske model. Da omkostningerne i forvejen er høje, er det langsigtede investeringsafkast usikkert og risikoniveauet har stor betydning. Fremtidig Maglev-infrastruktur vil sandsynligvis ikke blive finansieret fra private finansieringskilder på kort sigt (Ibid., 2019). Regeringsstøtte kan således være afgørende, som det har været med HSR. Da drift i større omfang sørger for at sænke omkostningerne og efterspørgslen efter forbindelser med højere hastighed sandsynligvis vil stige, kan andre økonomiske modeller muligvis blive levedygtige på langt sigt. Adskillige tekniske problemer skal løses, inden hyperloopvirksomheder kan opfylde deres mål om at have et fuldt operationelt system færdigt i 2023 (ITF, 2019). En af de største teknologiske udfordringer er at opretholde et vakuum i et rør, der er flere hundrede kilometer langt. Den maksimale hastighed hyperloops har nået, er lidt under 400 km/t med en prototype i mindre skala på et teststed. Traditionelle HSR har opnået testhastigheder på 570 km/t (Virgin Hyperloop, u.d.). Der er også rejst spørgsmål vedrørende gennemførligheden af hyperloops værdiproposition ligesom der har været rejst spørgsmål om passagerernes sikkerhed og komfort. Hvis det implementeres, vil HSR-

jernbanen sandsynligvis ændre transportmønstre. HSR er mest tilpasset til at tilbyde ture på afstande i intervallet mellem 400 og 800 km og vil potentielt tiltrække rejsende, der nu er afhængige af kortdistance fly (ITF, 2019). Virkningen ville således være særlig betydelig i regioner med meget indenlandsk luftfartsaktivitet såsom USA og Kina. De kan også erstatte traditionelle HSR ruter. I betragtning af at høj indkomst er relateret et større fokus på rejsetidsbesparelser, kan nye HSR-projekter (hyperloop) være det foretrukne valg frem for nye HSR-jernbaneprojekter (som Shinkansen), især i lande som USA og Storbritannien, hvor omfattende konventionelle HSR-teknologier ikke er implementeret.

Hyperloops og maglevs vil således kunne bidrage til at reducere overbelastning af lufttrafik og lufthavne. HSR vil også bidrage væsentligt til lavere transportrelaterede CO<sub>2</sub>-emissioner. Da kortdistance flyvninger er særligt kulstofintensive, mens elektricitetsdrevet HSR-jernbane har et lille CO<sub>2</sub>-aftryk, forudsat at kilden til elektricitet er tilstrækkelig ren. Hvad angår energiforbrug er balancen ikke nødvendigvis positiv for HSR. Maglevs kræver mere energi pr. passager-kilometer end traditionelle jernbaner, da luftfriktion stiger hurtigt med hastighed, men ikke giver betydelige energibesparelser, sammenlignet med lufttransport. Hyperloopsystemet bruger derimod lidt energi, da friktion er begrænset i næsten vakuum. Dets forventede energibehov kunne være 80 % mindre end det gennemsnitlige amerikanske tog (ITF, 2019). I princippet kunne dette drives af solpaneler monteret direkte på hyperloop-rørene. HSR-systemer kunne også forbedre regional tilgængelighed og stimulere regional økonomisk udvikling. Dette har uden tvivl været en stor påvirkning af HSR på samfundet, som også kan forbedre lokal forretningsaktivitet ved at ændre regionens økonomiske profil. HSR-projekter ændrer forholdet mellem tilgængelighed og byproduktivitet. New Economic Geography har vist, at den rumlige koncentration af økonomiske aktiviteter medfører produktive fordele i byområder der er forbundet med HSR (Krugman, 1998). For eksempel ser den planlagte HSR-jernbaneforbindelse mellem London og det nordlige England, ud til at ville generere produktivitetstigninger til en værdi af mellem 700 millioner EUR og 1,3 milliarder EUR årligt (ITF, 2019). Selv om det er vanskeligt, at vurdere i hvor stort et omfang der sker produktivitetstigninger, så vil nye HSR-projekter sandsynligvis have lignende effekter. De vil fundamentalt transformere økonomien ved at adskillige virksomheder flytter til nye lokaliteter. Dette betyder ikke, at der er flere fordele ved HSR end ved luftfart. Men de potentielle HSR-forbindelser vil kunne lægges oveni luftfartens fordele, da de tilføjes oven på luftforbindelser. Der er således mulighed for at videreudvikle den traditionelle HSR. Der er stadig omkring 200 forbindelser mellem byer, hvor en HSR-forbindelse kunne være økonomisk bæredygtig ifølge en analyse foretaget af ITF, der blandt andet undersøgte efterspørgsel, omkostninger og afstand. Dette ikke-udnyttede potentiale repræsenterer 50.000 km spor. Af disse ville 75 % være i Nordamerika, hvilket afspejler det faktum, at HSR historisk har været underudviklet i denne region (ITF, 2019). Dette potentiale for udvikling anerkendes allerede til en vis grad, idet HSR har fået øget opmærksomhed i USA i løbet af det sidste år.



En High Speed Rail Strategic Plan produceret af US Federal Railroad Association identificerer korridorer med 10.000 km potentielle højhastighedsbaner. Californiens højhastighedsjernbaneprojekt er i øjeblikket under opførelse og ender med en samlet længde på 1.200 km spor, forudsat at det bliver fuldt implementeret. Potentialitet for HSR vil blive større over tid, efterhånden som efterspørgslen efter transport vokser og betalingsvilligheden stiger. Ud over de 50.000 kilometer med potentielle jernbanelinjer kan yderligere 25.000 km spor overvejes inden 2050 (ITF, 2019). På dette tidspunkt vil HSR sandsynligvis også udvikle sig i mellemindkomstlande, især i Indien, Latinamerika og i mindre grad i Nordafrika. Der er allerede tegn på en stigende interesse for HSR i disse lande. I Centralasien driver Usbekistan med succes et 600 km netværk af HSR-spor, der tillader hastigheder på 250 km/t og Indiens første HSR korridor mellem Mumbai og Ahmedabad startede byggeriet i 2017 og forventes at åbne i 2022. I Nordafrika åbnede Tangiers til Casablanca-linjen i 2018, som den første fase af et planlagt HSR-net på 1.500 km i Marokko (ITF, 2019). Udvikling af HSR-projekter og HSR-jernbaneprojekter er ikke den eneste mulige vej fremad. Konventionelle og optimerede jernbanetjenester kunne i mange tilfælde fungere som et alternativ. Sådanne tjenester konkurrerer ikke med luftfart eller HSR med hensyn til rejsetid, men kan være meget konkurrencedygtige med hensyn til billetpriser og dermed kunne tiltrække et andet brugersegment. HSR er en teknologi, som er stigende i popularitet og mange forskellige lande har til hensigt at implementere den. At flere forskellige lande også er igang med at implementere HSR, kan motivere til en eventuel global undersøgelse af HSR.

### **9.3.3 Aktør-Netværksteori**

Ved at undersøge på hvem der har indflydelse og interesse i hyperloop kan det hjælpe med at finde ud af, hvilke forventninger de har teknologien. Inden for hyperloop er der mange forskellige aktører, men de vigtigste på nuværende tidspunkt er, efter vores mening:

- Udviklere
- Regeringer (økonomiske beslutningstagere)
- Brugere
- Transportvaner

#### **Udviklere**

Lige nu er der flere forskellige udviklere af hyperloop. De to største i vores optik er Elon Musk'

Hyperloop Alpha og Virgin Hyperloop. Begge disse projekter udvikler et hyperloop for at reducere mængden af trafik på vejene og for at reducere mængden af tid, der bliver brugt på transport. Der er potentiale for at tjene rigtig mange penge for disse udviklere, hvis et hyperloop bliver en succes, så det kan blive en motiverende faktor for flere regeringer, at de vælger at investere i transportteknologi. Udviklerne har indflydelse i den økonomiske del og har ansvaret for den kulturelle iscenesættelse for teknologien. De har altså en umiddelbar interesse i at gøre hyperloop til en attraktiv transportteknologi, som kan indgå i det eksisterende transportnetværk.

### **Regeringer (økonomiske beslutningstagere)**

Flere regeringer verden over er allerede interesseret i hyperloops. Det er blandt andet steder som Saudi Arabien, Indien og forskellige stater i USA. Ved indførelsen af et hyperloop vil disse regeringer kunne reducere mængden af ulykker på motorveje, reducere CO<sub>2</sub> udslip og skabe vækst både i antallet af jobs og generel økonomisk vækst. Det er også muligt, at det vil tiltrække turister, der vil prøve at køre med denne nye transportform. Regeringen har indflydelse i de organisatoriske, politiske og generelt administrative tiltag for den fremtidige udvikling af hyperloop. Da teknologien skal tilpasses ind i det regelsæt og under de præmisser, som staten og regeringen ligger som grundlag.

### **Brugere**

Hyperloop har potentialet til at have en meget bred målgruppe, hvor at dem der benytter sig af hyperloop, kan være alle beboere i et samfund. Alt afhængig af prissætningen af billetterne, kan det udelukke de dele af samfundet, som ikke har tilstrækkelige ressourcer til at betale for billetterne. Hvis prisen er for høj, kan det ekskludere en stor del af borgerne i samfundet, da det resulterer i at brugerne bliver de rige, som har råd til at betale for en billet. Brugere har indflydelse på dem der udvikler hyperloop, og hjælper med at forme teknologien ind i samfundet. Det er brugernes indflydelse, som kommer til at hjælpe hyperloop til at tilpasse sig ind i samfundet.

### **Transportvaner**

Eftersom hyperloop kan skabe nogle nye transportvaner, er det vigtigt, at få et indblik i de nuværende transportvaner. I eksemplet fra Hyperloop Alpha ville de implementere omkring Silicon Valley, som er et område, der er kendt for at have mange teknologiske innovationer og er et område, hvor man er hurtig til at foretage ændringer (Matthews, 2003). Derudover, så er der også den generelle stigning af efterspørgsel for offentlig transport, som fortsat forbliver et problem. Samtidig med den stigende efterspørgsel, kan det allerede ses, at hvis toget er fyldt mellem 50-70 %, føler mange af passagererne allerede ubehag og øger "stress-niveauerne" (Pritchard, 2017). Transportvanerne, der dannes, har direkte indflydelse på borgerne og det igen er på baggrund af deres handlinger, at transportvanerne dannes. Desuden har transportvanerne en inddirekte påvirkning på udviklerne, i form af at udviklerne skal prøve at tilpasse sig brugernes transportvaner.

Det er vigtigt at nævne, at de præsenterede aktører bare er en lille del af alle de aktører, der faktisk udgør hele det teknologiske system. De præsenterede hovedaktører har også interne relationer, som der skal tages hensyn til, når de skal analyseres. Nogle af disse relationer bliver præsenteret i følgende afsnit.

Udviklerne har det primære ansvar i at sørge for, at teknologien og al nødvendig infrastruktur fungerer, som det skal. Teknologien kan dog kun fungere optimalt, hvis udviklerne har et tæt samarbejde med regeringen og brugerne. Dette samarbejde inkluderer konstant feedback fra alle parter, da regeringen og brugerne har nogle begrænsninger og krav. Så er det udviklernes opgave, at prøve at opfylde og udføre arbejdet, så teknologien ikke forårsager gener ved en eventuel implementering. Udviklerne kommer til at få en adlydende relation til regeringen, da det er dem, der styrer i hvor stort omfang teknologien kan implementeres. Men udviklerne har en mere personlig relation til brugerne, som afhænger af forbrug og efterspørgsel. Hvis der er efterspørgsel for flere kapsler i myldretiden, er det brugernes såvel som udviklernes ansvar, at opfylde dette ønske. Det er denne interaktion imellem udviklerne og brugerne, som eventuelt kan danne en transportvane.

Fra regeringens side har de et ansvar for at skabe retningslinjer og regler for virksomheder og organisationer, som er de såkaldte udviklere. Ved at skabe tydelige retningslinjer for udviklerne, kan det give mere overblik i hele innovationsfasen. Regeringen har også til ansvar at støtte virksomhederne i den regionale og nationale implementering, da de fungerer som et vigtigt bindeled imellem alle regioner i et land. Ved at hjælpe virksomhederne, og være en del af processen, kan de sørge for, at der ikke sker noget uregelmæssigt under implementeringen. Derudover vil regeringen kunne facilitere feedback fra borgerne, som udviklerne kan bruge til videreudvikling af hyperloop. Desuden kan regeringen styre skalaen for projektet, såfremt at udviklerne kan præsentere et fornuftigt forslag, hvori det er værd at planlægge en regional eller national implementering. Det er regeringen og den statslige ledelse, der bestemmer i hvor stort omfang transportteknologien kan implementeres.

Brugerne har en bredere relation til alle de andre aktører, da udviklerne og regering arbejder for at borgerne både er glade og tilfredse med deres liv i samfundet. Så de tager konstant imod feedback fra borgerne og prøver at indrette sig efter deres ønsker og behov. På den måde kan det siges, at borgerne indirekte har magten for udviklingen af det teknologiske system, og har kontrol over fremtiden for hyperloop igennem transportkulturen. I udviklingsfasen for hyperloop er det især vigtigt, at brugerne udnytter hvor meget magt de har, da dette kan hjælpe med at give et nyt perspektiv på det teknologiske system. Brugerne er den vigtigste del til at få implementeret hyperloop ind i det komplekse sociotekniske system, som et transportnetværk består af.

Transportvanerne er en immateriel aktør, som er meget relevant, når der er tale om udviklerne. Transportvanerne er den aktør, som fungerer som et bindeled imellem brugerne og udviklerne. Ved at iagttage transportvanerne, kan udviklerne tilpasse hyperloop, så brugerne får positive holdninger. Transportvanerne er dog ikke en direkte målbar enhed, da det er baseret på kultur, som dannes inddirekte ud fra folks holdninger og handlinger. Ved at undersøge kulturen, kræves det at man undersøger subjekter, deres vaner og holdninger over længere tid for at vide hvad transportvanerne er. Derudover, kan transportvanerne også afhænge af forskellige kontekst, som skaber nye transportvaner. Men det er stadig muligt, at skabe nogle designorienterede løsninger, som understøtter transportvaner for størstedelen af brugerne.

Ud fra de fire valgte aktører kan det konkluderes, at hyperloop har et transportpotentiale og økonomisk interesse. Det er dog uvist, om der vil være opbakning til den forholdsvis ukendte og uprøvede teknologi som hyperloop, da det først kan vurderes længere inde i processen.

#### **9.4 Transport-Justice**

Dette kapitel udvider afsnittet om videnskabsteori på begrebet Transport Justice, ”mulighed for at adskille gode transportmuligheder fra mindre gode transportmuligheder”. Kapitlet starter med en kort redegørelse for Walzer’s ”Justice theory”. Dette vil sætte scenen for en udforskning af den sociale betydning af transport.

Det første spørgsmål, der stilles med Walzers tilgang, vedrører den sociale betydning af det, der bliver kaldt ‘the transport good’. Meningen med dette kan fortolkes forskelligt, skiftende fra samfund til samfund, da det afhænger af folks baggrund og personlige liv. Derfor er nedenstående kapitel ikke et entydigt svar, men et forsøg på at belyse den sociale betydning af transport, der kan dække bredt i et samfund. Når folk forholder sig til transport, handler det om at forholde sig til hvilke mulige destinationer der findes, og hvor let det er for subjektet at skifte lokationer ved hjælp af de tilgængelige transportsmuligheder (Martens K. 2017).

Den sociale betydning af ‘the transport good’ ligger derfor i fordelene, der er ved transport, snarere end de ulemper, som transporten skaber. Dette er et grundlæggende budskab, da debatten om transport og retfærdighed i samfundet netop har fokuseret på fordelingen af transportrelaterede ulemper i samfundet (Martens K. 2017). Walzers tilgang antyder ikke, at fordelingen af disse ulemper er et spørgsmål om retfærdighed. Teorien argumenterer for, at et samfundsmiljø i et nuværende (vestligt) samfund er sundt pga. en tydelig social forbindelse. Walzers tilgang antyder således, at fordelingen af de transportrelaterede miljøkonsekvenser skal relateres til miljøkonsekvenser fra andre kilder, og at fordelingsansvar bør overvejes i samfundet og fordeles blandt fællesskabet.

Princippet, der styrer fordelingen af det samlede sæt af miljøkonsekvenser, skal efterfølgende stamme

fra den sociale betydning, der tilskrives et sundt samfundsmiljø. Bemærk, at de ønskede fordelinger i 'miljøsfæren' meget vel kan have konsekvenser for de mulige fordelinger i 'transportsfæren'. Derpå kan det konkluderes, at Walzer's vægtning af den sociale betydning antyder, at fordelene ved transport skal være udgangspunktet for debatten om fordelingen af 'the transport good'. For det andet skal det være klart, at 'the transport good' som sådan ikke eksisterer. Det "gode" er en kombination af genstande som biler og cykler, artefakter som veje og jernbaner, tjenester som offentlig transport og mindre håndgribelige artefakter som kørekort, trafikregler og GPS. I denne forstand er 'the transport good' sammenlignelig med den grundlæggende transport uddannelse/forståelse i samfundet. Grundlæggende uddannelse som et socialt gode er resultatet af kombinationen af et væld af håndgribelige og mindre håndgribelige aktører som klasselokaler, lærere, skolebøger, undervisningsmateriale, læringsmetoder, politik, osv. Disse aktører kombineres for at danne det, som samfundet ser som et gode. Det er dette gode snarere end de forskellige dele, der udgør det, der ifølge Walzer skal definerer den sociale opfattelse af transport (Walzer 1983; Martens K. 2017). "The transport good", kan således betragtes som et holistisk syn på samfundet.

Efter dette ræsonnement vedrørende spørgsmålet om distribueringen af transport, er det ikke de enkelte artefakter, som der udgør 'the transport good', da den sociale betydning af hver af disse dele stammer fra den sociale betydning af den overordnede 'transport good'. I følge Walzer er det den sociale betydning af 'the transport good', der giver kompasset der styrer fordelingen i samfundet, snarere end et frit samfunds fordeling.

Dette er igen en grundlæggende pointe, da mange af de politiske debatter om retfærdighed inden for transport har fokuseret på små delproblemer, såsom vej- og benzinafgifter, transportinvesteringer, subsidier og infrastrukturinvesteringer. For et samfund, kan der skelnes mellem to forskellige betydninger af det overordnede 'the transport good': potentiel mobilitet og tilgængelighed (Martens K. 2017).

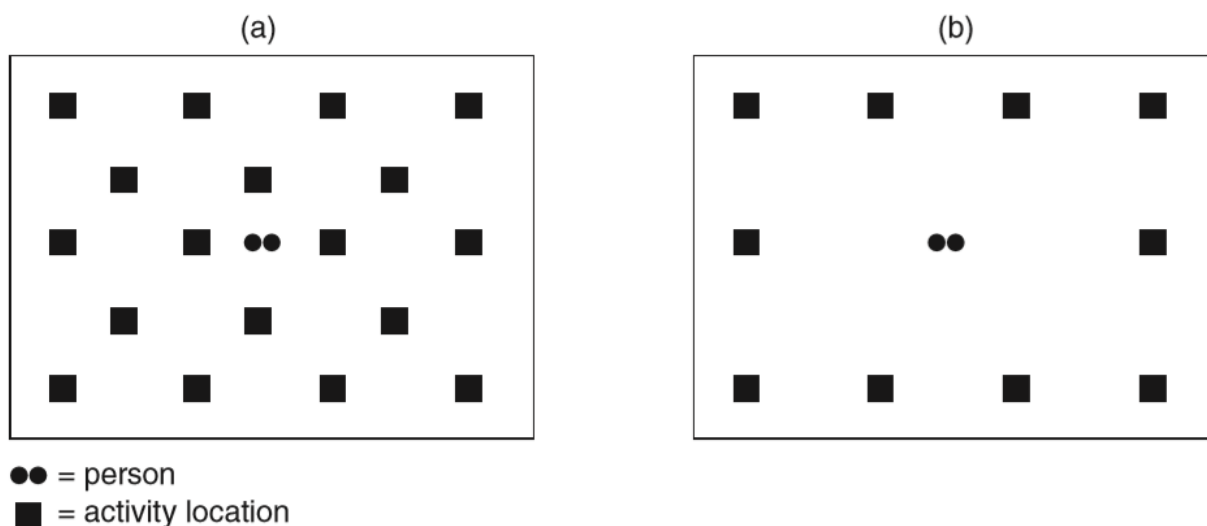
Potentiel mobilitet henviser til hvor let det er for en person at bevæge sig gennem rummet (Martens K. 2017). Bemærk, at der eksplicit skelnes mellem mobilitet og potentiel mobilitet, eller bevægelse og potential bevægelse (Ibid., 2017). En stigning i mobilitet indebærer, at en person rejser over længere afstande, oftere eller begge dele, i en bestemt periode. Derimod indebærer en stigning i potentiel mobilitet kun en stigning i en persons kapacitet til at overvinde afstand i rummet - det indebærer ikke den faktiske realisering af denne kapacitet (Ibid., 2017).

Tilgængelighed har en betydning, der adskiller sig meget fra potentiel mobilitet. Tilgængelighed er potentialet for muligheder for interaktion (Ibid., 2017). Ligesom potentiel mobilitet fanger den en kapacitet: en stigning i tilgængelighed indebærer en forøgelse af en persons kapacitet til at få adgang til steder. Ligesom potentiel mobilitet indebærer det ikke det faktiske 'forbrug' af tilgængelighed. (Ibid., 2017).

Begrebet tilgængelighed har også dybe rødder i vestlige værdisystemer. Tilgængelighed angiver evne,

det vil sige evnen til at udføre en bred vifte af handlinger ved at forbinde steder, mennesker og samfund, der er adskilt i rum og tid (Ibid., 2017). Som sådan er tilgængelighed også knyttet til valgfrihed, hvor mere tilgængelighed indikerer flere valgmuligheder og dermed et højere potentiale for personlig opfyldelse og tilfredshed. Alligevel understreger tilgængeligheden, at valg og fri bevægelighed er begrænset: nogle personer har adgang til bestemte steder, såsom første klasse i et tog og nogle personer har evner til at udføre bestemte handlinger, såsom at gå ind og ud af et tog uden hjælp (Ibid., 2017). Tilgængelighed forbinder transport med arealanvendelse indenfor transportnetværk, hvilket understreger, at infrastruktur kan skabe en form for en barriere mellem oprindelse og ønsket destination. Desuden forudsætter begrebet tilgængelighed en forventning om destination og eliminerer dermed konnotationer om opdagelser eller nye oplevelser. Det gør begrebet tæt sammenflettet med potentiel mobilitet. Tilgængelighed som koncept er således i strid med nøgleværdier i det vestlige samfund som autonomi og frihed ved at understøtte folks stedbegrænsning. Samt hvordan mennesker er bundet til en 'oprindelse' og til et givet sæt destinationer og hvordan de er bundet sammen af et kendt sæt af netværksforbindelser. I denne forstand står tilgængelighed i kontrast med potentiel mobilitet, som understreger frihed snarere end begrænsninger, endeløshed snarere end begrænsning og autonomi snarere afhængighed. Disse forhold understreger, at identifikationen af den sociale betydning af en vare ikke er ligetil (Walzer 1983, s. 7). Den sociale betydning af "transport good", er således resultatet af en langvarig proces af sociale konstruktioner, hvor visse foreninger relaterer til et bestemt område bliver ubestridte og taget for givet (Martens, 2017).

I betragtning af forestillingen om potentiel mobilitet i den vestlige kultur er det vigtigt at give plads til alternative sociale konstruktioner. For sociale konstruktioner er ikke kun passive, som når de afspejler hvordan folk opfatter bestemte systemer. Således kan aktører bevidst interferere med den sociale konstruktion for at opretholde eller skabe en ny social konstruktion, der fungerer til deres fordel. Det er klart, at opretholdelse af (potentiel) mobilitet som den dominerende konceptualisering af 'the transport good' tjener flere interesser (Ibid., 2017), derfor kan det hævdes, at tilgængelighed i sidste ende bedst afspejler den sociale betydning af transportgods i vestlige samfund. For en given person i et givent rum indebærer et højere niveau af potentiel mobilitet altid flere valg og mere erfaring, flere muligheder for opdagelser og i sidste ende mere frihed. Imidlertid er denne konceptualisering klart mangelfuld i et sammenlignende perspektiv. Da plads hverken er en ensartet eller en statisk enhed, kan subjektet med sammenlignelige niveauer af potentiel mobilitet være fundamentalt forskellige i valgniveau og i det frihedsniveau, som de oplever (se figur neden under).



Figur 12: Potentiel mobilitet og valgniveau. Personen i diagram (a) har samme niveau af potentiel mobilitet som personen i diagram (b) som angivet med den samme størrelse på diagrammet. Men person (a) har klart flere muligheder af destinationer end person (b) (Martens K. 2017 s.70).

I et sammenlignende perspektiv kan potentiel mobilitet derfor ikke sidestilles direkte med valg, erfaring eller frihed. Derved antydes det at ville være forkert at sidestille "transport good" med potentiel mobilitet. Derimod er begrebet tilgængelighed tæt forbundet med de underliggende værdier i samfundet: Med et højere tilgængelighedsniveau vil subjektet have en øget tilgang til oplevelser og frihed. Denne konceptualisering hænger sammen med det stigende antal undersøgelser af fordelingen af tilgængelighed over forskellige befolkningsgrupper, der bygger på tidligere opdagelser i denne retning, og den stigende opmærksomhed for tilgængelighed inden for transportplanlægning. Dette bidrager til den igangværende proces med at rekonstruere den sociale betydning af "transport good" ved at argumentere for tilgængelighed som en korrekt konceptualisering af 'the transport good' (Martens K. 2017).

### Den samfundsmæssige effekt på og af transport

Shinkansen har ændret transportsektoren, men ændrede derved også adskillige andre forhold i det japanske samfund (Hood, 2010, s. 211). For eksempel steg befolkningen i gennemsnit med 32 % mellem 1975-1995 i de byer, som havde en Shinkansen-station. Det skal sammenlignes med, at landets samlede befolkning steg med 12 % i den samme periode. Derudover, var der også en stigning på 46 % af antallet af virksomheder i perioden 1975-1991, som lå i byerne med en Shinkansen-station, mens der var en generel vækst på 21 % af virksomheder. Meget af infrastrukturen og mange mennesker samlede sig altså omkring stationsbyerne. Dette gjorde også at de kommunale indtægter steg med 155 % for de byer, der havde Shinkansen-stationer.

De byer som ikke fik en station, havde stadig en generel vækst, men ikke i lige så stor skala, som byerne, der havde stationerne (Ibid., 2010, s. 215).

Generelt kan det være svært at se om implementeringen af Shinkansen er skyld i stigningen af befolkning og virksomheder i byerne, der har bygget en station. I Hoods undersøgelse beskrives, hvordan at det også kunne skyldes nedlukning af større fabrikker på landet, som forårsager at befolkningen og de kommunale indtægter formindskes på landet (Ibid., 2010, s. 222).

## 9.5 Shinkansen

Shinkansen er en HSR-linje i Japan, som blev ”færdigbygget” tilbage i 2011, men har været delvis åben siden 1963. Åbningen af Shinkansen skabte en mulighed for højhastighedstransport for en række byer med mange positive effekter, bl.a. i form af hurtigere rejsetider. Shinkansen byggeriet startede tilbage i 1961 med Tokaido Shinkansen og har udvidet sig til et netværk bestående af 2.617 km. spor (Kojima et. al, 2017).

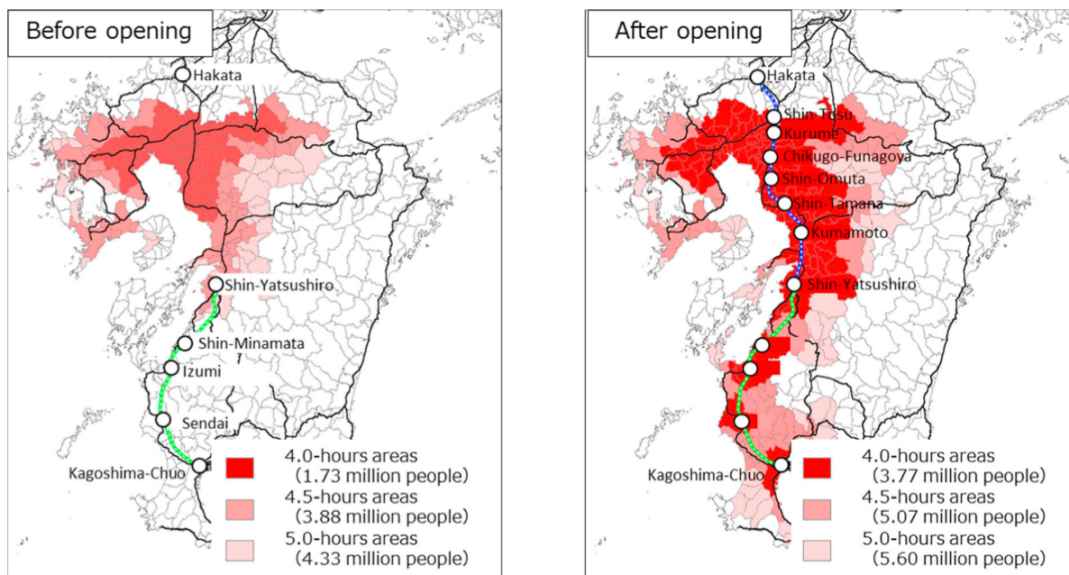


Figur 13: Shinkansen netværket (Ibid., 2017, s. 345).

I en undersøgelse af brugen af transportmidler over forskellige distancer er det blevet tydeligt, hvor stor en betydning High Speed Rails har inden for større distancer. Den hurtigere rejsetid har

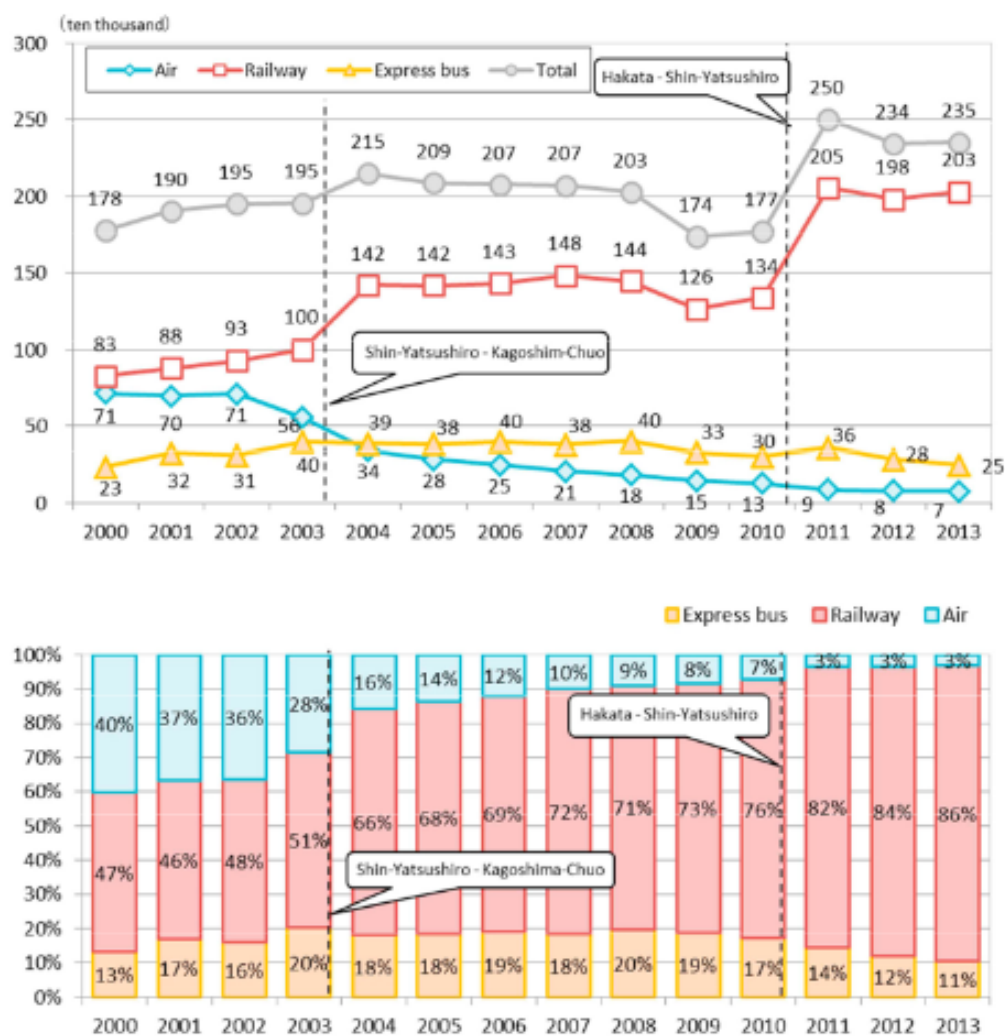


også dannet en form for spredt urbanisering idet at folk er flyttet ud af bycentrene, da rejsetiden er den samme, selvom distancen er længere (Ibid., 2017). Befolkningen har valgt at sprede sig ud, i takt med at netværket af Shinkansen har bredt sig ud. Dette har også medført, at brugen af Shinkansen er steget. ”As for Tohoku Shinkansen, travel time from most municipalities in Aomori Prefecture to Tokyo has been shortened significantly. Particularly in the 4.5 hours areas, the resident population has increased to about 0.81 million from 0.39 million. As for Kyushu Shinkansen, travel time from most municipalities along the line to Hakata has been shortened dramatically. Thanks to opening, it has been possible to access from Kagoshima to Hakata within 1.5 hours. The resident population in the 2.5 hour areas has increased to about 4.46 million from 3.86 million. Moreover, that time from south area in Kyusyu to Osaka has been shortened. The resident population within 4.0 hours areas has been increased to about 3.8 million from 1.7 million” (Ibid. 2017 s. 349)



Figur 14: Områder tilgængelige fra Osaka (Kyusyu Shinkansen) (Ibid., 2017, s. 350)

På billedet ovenover, ses bl.a. hvordan det er blevet muligt at nå til mange flere steder på kortere tid. Kortet er inddelt i forskellige zoner, afhængigt af om det tager 4 timer eller længere at komme til en storby. Det ses, at efter åbningen er det blevet muligt at holde sig inden for de 4 timer på en stor del af strækningen. Derudover er befolkningsantallet i disse områder også steget.



Figur 15: Stigning i brugen af togtrafik (Kojima et. al, 2017, s. 354)

Det er også tydeligt hvordan brugen af Shinkansen stiger når der introduceres nye linjer ind i netværket. Shin Yatsushiro-Kagashima Chuo og Hakata-Shin Yatsushiro er de to eksempler, der bruges i ovenstående figurer (Kojima et. al, 2017). Den viser, hvordan mennesker har ændret deres transportvaner med implementeringen af Shinkansen, idet de mange netværk har skabt nye muligheder mht. bosættelse i forbindelse med hverdagslivet (Kojima et. al, 2017).

For det første har Shinkansen afkortet rejsetiden drastisk. Takket være åbningen af sektionen mellem Hachinohe og Shin-Aomori har rejsetiden mellem Tokyo og Aomori af Shinkansen været mindre end 3 timer (før 4 timer) og hurtigere end med fly. Med hensyn til Kyusyu Shinkansen har det været muligt at rejse fra Hakata til Kagoshima på 1 time og 17 minutter (før 2 timer og 10 minutter) ved fuld åbning af Kyusyu Shinkansen. Desuden har det været muligt at rejse fra Osaka til Kagoshima inden for 4 timer direkte uden skift ved Hakata station ved at benytte sig af Sanyo Shinkansen. Shinkansen har

også medført forskellige fordele ved højhastighedstransport for jernbanebrugere og den regionale økonomi, såsom udvidelse af tilgængeligt område og brugbar tid på destinationen. For det andet er antallet af jernbanebrugere langs linjerne steget kraftigt pga. fordele som blandt andet den hurtigere rejsetid. Imidlertid er ikke kun antallet af jernbanebrugere, men også det samlede antal brugere af offentlig transport steget. Især mellem Kansai og Kyusyu har Shinkansen og Air (Low Cost carriers) konkurreret med hinanden blandt andet på billetprisen. Ved at forbedre servicen i hver transporttilstand, hvilket har gjort det praktisk for både brugere af jernbane eller fly. For det tredje har Shinkansen bragt positive effekter til lokale regioner. Takket være foranstaltninger mod tung sne, har Tohoku Shinkansen, der løber igennem områder med meget sne i vinterperioden, sjældent oplevet betydelige forsinkelser i togdriften. Shinkansen har også udvidet det pendlende område. Derfor er antallet af pendler-pas brugere også steget kraftigt ved den fulde åbning. Samtidigt hjælper den hurtige transport pendlerne og de lokale regioner ved at fremme den økonomiske aktivitet (Kojima et. al, 2017, s. 356).

Det er altså tydeligt, at High Speed Rails skaber nye muligheder for offentlig transport, og fungerer som en motiverende faktor for befolkningen til at bruge transport på skinner i stedet for i luften. Derudover, har det en stigende effektivitet jo længere tid der går, da der skal lægges sporarbejde, for at øge antallet af mulige ruter (Demizu et. al, 2017). For skal der laves ændringer i et transportnetværk, skal det gøres over længere tid, for at borgerne kan vænne sig til den nye transportform. Det skal også tages til overvejelse, at transportprojekter som forbinder nye landområder, er en smule risikable, da det både skaber ny efterspørgsel, men ikke nødvendigvis skaber stor nok efterspørgsel til en øjeblikkelig positiv indtægt (Ibid., 2017). Men det kan lykkes, som det kan ses ud fra data fra indførslen af en ny Shinkansen linje, hvor der er skabt generel økonomisk vækst. Denne vækst vil ud fra turisme ikke være lige fordelt, men der kan dog ses en generel vækst i alle de omkringliggende områder. Dette sker grundet væksten inden for en branche vil flyde over til andre brancher, som igen flyder over til de omkringliggende områder. Det er dog ikke kun en branche, der vokser, men også andre industrier, der har set en vækst fra indførslen af Shinkansen (Hiramatsu, 2016).

## **9.6 Hyperloopets sociotekniske forhold**

Når hyperloopet skal sættes i et systemteoretisk kontekst, viser det sig, at Hughes' løsning på det vandrette afgrænsningsproblem ikke er tilstrækkelig, da Hyperloopet er et åbent system i dette case-studies kontekst. Subjektets transportvaner og forhold til offentlig transport er essentielt for analysen af hyperloopets levedygtighed, og et system udover systembyggerens kontrol er taget i betragtning. Der er tale om socioteknisk systemteori, der inkluderer de komplekse forhold mellem subjekt og system.

Ingen af hyperloopets bestanddele kan klassificeres som radikale opfindelser. Den disruptive innovation ligger i kombinationen af dets indre mekanismer, der bliver introduceret i et allerede veletableret infrastruktursystem. Det samlede system kan derfor anses for en radikal opfindelse. Denne

disruptive innovation er imidlertid også systemets "reverse salient" af samme grund. Subjektet har allerede veletablerede transportvaner, rutiner og præferencer og hyperloopets systembyggeres første udfordring bliver, at udfordre disse transportvaner og derved udkonkurrere det allerede etablerede system eller tilpasse den teknologiske stil. Systembyggerne i hyperloopets tilfælde ville, isoleret set, bestå af Elon Musk som radikal opfinder, samt Bjarke Ingels som et konsoliderende element, eftersom det er Bjarke Ingels Group, der er de førende designere på verdens første hyperloop. Videreudviklingen på Virgin Hyperloop er imidlertid delvist dikteret af brugerne af systemet. Dette gør sig gældende i langt de fleste teknologiske systemer, der har direkte interaktion med brugeren. Subjektets adfærd og de transportvaner, der manifesterer sig over tiden de interagerer med systemet, kommer til at forme udviklingsretningen på længere sigt. Dette er et teknologisk momentum, som gør sig gældende efter systemet er implementeret. Et momentum, der allerede blev sat i gang i 2013, var da Elon Musk valgte at gøre patentet open source, hvilket lader en hvilken som helst bruger med ressourcerne udvikle videre på konceptet efter eget ønske. Selvom et proprietært design potentielt kunne have været mere lukrativt, giver open source licensen opfindelsen en enorm teknologisk inert, som i sidste ende hjælper med hurtigere at udbrede og finpudse systemet. Alt dette indikerer, at hyperloopet står til at indtræde i et stort socioteknisk regime, hvor udviklernes omstillingsparathed og adaptivitet vil være afgørende for om systemet kan sameksistere med eksisterende systemer, og ikke mindst med subjektet, der i øjeblikket er bundet til institutioner og vaner, der er konsolideret over årtier.

## 9.7 Tankeeksperiment

Til at understøtte vores paradigmatisk case er der foretaget en sammenligning imellem en rejse i Danmark og Japan. Det er en repræsentativ analyse, som skal give et billede af forskelle og ligheder på strækninger, hvor der bruges HRS og konventionel togtransport. I analysen er der sammenlignet ruterne Tokyo-Osaka som den japanske rute, og København-Aarhus som den danske rute. Den japanske rute er 397 km, hvor der er fire stop på hele turen, og det tager 2 timer og 30 minutter (Japan Rail Pass, 2019). Den danske rute er 306 km, hvor der er fem stop på hele turen, og det tager 2 timer og 47 minutter (DSB, u.d.). Disse to ruter er valgt på baggrund af at det er ruter, der forbinder to storbyer. Begge ruter er meget travle, dog er den japanske befolkning langt større end den danske. Derudover er den procentvise brug af tog for den japanske befolkning større end den danske. Dette er begge to store faktorer, som skal tages med til overvejelse, når de skal sammenlignes.

| København til Århus  |                   |                   |                   |                   |       |       |       |                   |                  |        |  |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------------------|------------------|--------|--|
| (307 km. med 5 stop) |                   |                   |                   |                   |       |       |       |                   |                  |        |  |
| Hyperloop            | 20 min            | 9 timer og 19 min |                   |                   |       |       |       |                   |                  | 20 min |  |
| Shinkansen           | 1 time og 33 min  |                   | 6 timer og 55 min |                   |       |       |       |                   | 1 time og 33 min |        |  |
| Lyn tog              | 2 timer og 47 min |                   |                   | 4 timer og 26 min |       |       |       | 2 timer og 47 min |                  |        |  |
|                      | 08:00             | 09:00             | 10:00             | 11:00             | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00             | 16:00            | 17:00  |  |

Figur 16. Viser tidsforbrug ved en afgangstid kl. 08:00 fra København og retur kl. 18:00 (614 km). Grå viser transporttid, for de forskellige transportformer/grøn viser ledig tid ved ankomst til destinationen. DSBs Lyn tog koster 1,29kr. per. km. og har en gennemsnitshastighed på 110 km/t. (DSB., u.d.). Japan Rails Sinkansen koster 1,61kr. per. km. og har en gennemsnitshastighed på 199 km/t. (Japan Rail Pass., 2019). Alpha HyperLoop koster 0,16kr. per. km. og har en gennemsnitshastighed på 900 km/t. (Musk, E., 2013).

De to forskellige ruter viser, hvor meget tid en person har ved en bestemt destination, afhængig af transporttiden. Generelt, vil det vise, at desto kortere transporttid, desto mere tid har personen ved sin destination, til enten arbejde, studie eller fritidsaktiviteter. Dette kan også sammenlignes med et hyperloop, som er topmålet inden for hurtige transportformer på skinner. Ved brug af et hyperloop, vil mængden af tid kunne optimeres, som en person kan bruge ved sin destination.

## 9.8 Paradigmatisk Case

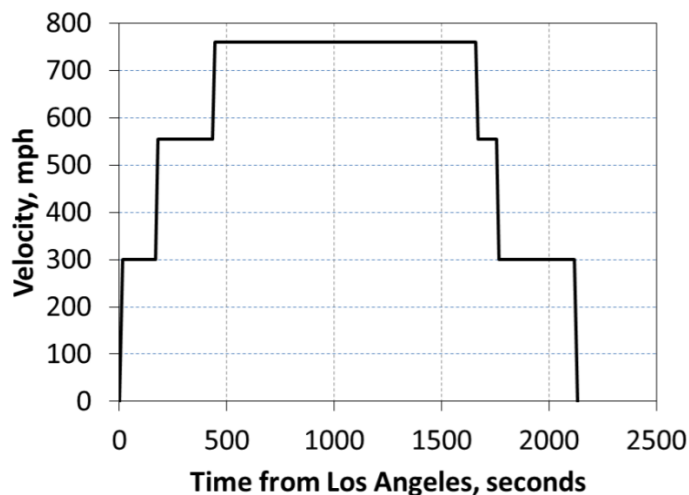
Ved at sammenligne en lignende High Speed Rail teknologi som Shinkansen med hyperloop, vil det kunne give et indblik i, hvad der kan forventes ved en implementering af hyperloop. Som nævnt er Shinkansen et højhastighedstog, som har hjulpet med at forbinde de forskellige dele af Japan og skabt stor generel vækst. Den hurtige transporthastighed har været en motiverende faktor for at mange mennesker og virksomheder har flyttet, for at være i nærheden af en station. Det er ubenægteligt at Shinkansen har været en vigtig del af den japanske vækst. Det kan derfor ikke benægtes, at hyperloop måske også kan bidrage til vækst der, hvor den eventuelt bliver implementeret. Derudover har den en højere hastighed og kan derfor eventuelt medføre, at flere mennesker vælger at flytte på grund af at tiden til arbejde eller skole ikke ændrer sig grundet den hurtigere transport.

Der er dog nogle enkelte komplikationer ved den høje hastighed. Ud fra et risikoperspektiv øger det den potentielle skade, der kan ske i det nærliggende område for transportteknologien. Dette medfører også nogle meget vigtige sikkerhedsmæssige overvejelser i den fremtidige udvikling af hyperloop. Et problem, som hyperloop allerede har løst, er vejrsituationen i transportnetværket. Vejret kan være svært at forudsige, men uanset hvad, skal et transportsystem kunne fungere hele året. Altså bliver den nødvendige infrastruktur være i stand til at håndtere diverse vejr-situationer. Hyperloop har løst dette ved at bringe deres transportkapsler ind i nogle rør, hvori de fjerner den faktor som er vind og vejr. Nogle vejrfænomener, såsom tornadoer eller jordskælv, kan dog stadig være risikable for den nødvendige infrastruktur for hyperloop. Men disse vejrfænomener er i en speciel kategori og det

vil vi ikke fokusere på.

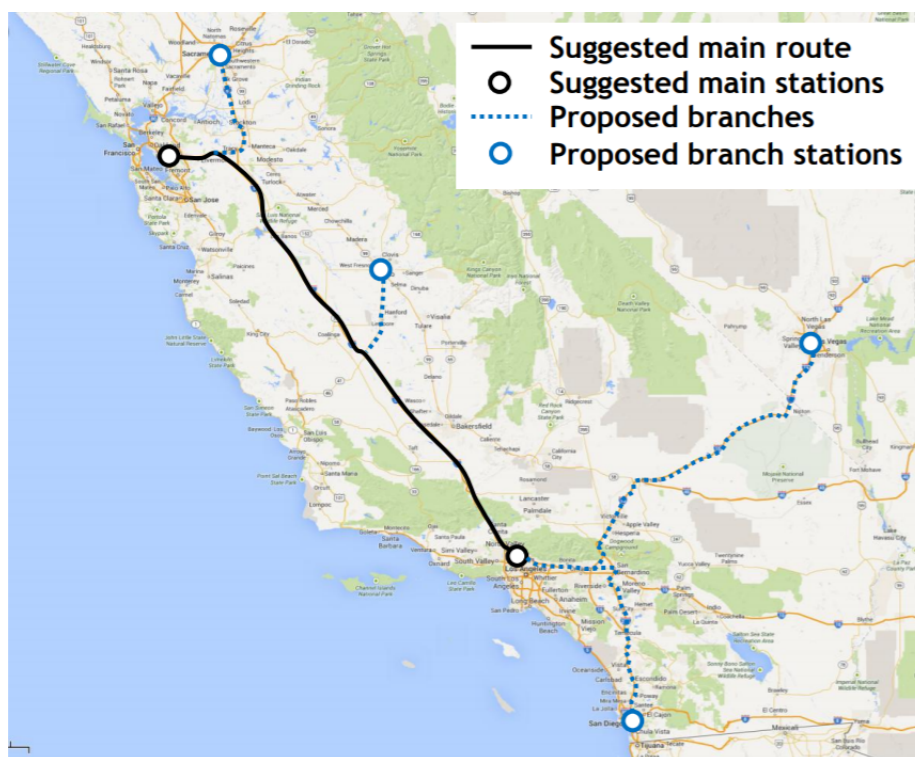
### 9.8.1 Nye koblinger ved implementeringen af et hyperloop

En ting, som Shinkansen gør, som har hjulpet en stor del af Japan med den generelle økonomiske vækst, har været deres mange spor, eller såkaldte forgreninger af transportnetværket. Ved at sprede mulige ruter ud over et større område, kan flere mennesker inddrages til at benytte transporten. Dette øger den potentielle mobilitet og dermed også væksten i et område. Den mulige mobilitet giver dog kun mening, hvis tilgængeligheden også er god for systemet. For hvis der hele tiden udvides, mens hele transportnetværket ikke er særlig brugervenligt eller tilgængeligt, så er det spild af penge og ressourcer at vedligeholde transportsystemet. Det kan betragtes som et designproblem, som medfører en række planlægningsmæssige overvejelser. I betragtning af hyperloop er der stort potentiale i at det får en meget høj potentiel mobilitet. Det er en transportteknologi, som rejser med høj hastighed, men dette kan også forårsage nogle problemer. Ved at rejse med meget høje hastigheder, medfører også at den skal kunne sænke farten, så passagererne kan stå af ved deres station. Afhængig af evnen som hyperloop har til at accelerere og bremse, kan dette også påvirke hyperloops effektivitet



Figur 17. Kapselhastighed som funktion af tiden fra San Fransisco (Musk, 2013).

I Space X's notat, beskriver de hastigheden for en kapsel over tid. Her ser det ud til at kapslen accelererer meget hurtigt, men den når først tophastigheden efter cirka 500 sekunder. Dette betyder, at først efter lidt over 8 minutter, udnyttes kapslen ved højeste effektivitet. Hvis det positive ved hyperloop er, at den kan bevæge sig med høje hastigheder, så forventes der også den højeste effektivitet. Ved at den er så lang tid om at nå sin topfart, betyder det at mellemrummet imellem de stationer, som der placeres på ruterne, højst sandsynligt bliver med meget store mellemrum. Som de nævner i notatet, kunne et eksempel være ruten mellem San Fransisco og Los Angeles.



Figur 18. Mulige transportruter for hyperloop i Californien (Musk, 2013).

Ved at der højst sandsynligt kommer til at være et stort mellemrum imellem de mange forskellige stationer. Så skaber det en række stationsbyer, som kommer til at få rigtig meget vækst, da det øger tilgængeligheden, for den by hvori stationerne placeres. I eksemplet med USA, så kan forgreningerne hjælpe med stor generel vækst i hele landet.

### 9.8.2 Innovation ved hyperloop

Hyperloop er en ung teknologi, som mangler at gennemgå alle fem faser fra diffusionsteori, hvorimod Shinkansen er en teknologi, som er blevet implementeret og samfundet har haft tid til at tilpasse sig innovationen. Det er derfor interessant at undersøge hyperloop og beskrive hvor teknologien befinder sig i forhold til diffusionsteori.

Siden Virgin Hyperloop er gået igang med testfasen, kan det vurderes, at hyperloop er i decision-fasen. Da der skal udføres adskillige test for at vurdere, hvorledes hyperloop opfylder en række krav. Disse krav kan indebære nogle af de holdninger, som hyperloop har fra persuasion-fasen. Tidligere i opgaven blev sikkerheden præsenteret som er en del af persuasion-fasen, da dette er nogle overvejelser, som kan betragtes afhængigt af situationen - både negativt og positivt. Det er f.eks. positivt, at der er taget hensyn til vind og vejr. Dette er et krav, som individer kan danne deres holdning ud fra.

Hvis udviklingen af innovationen ikke tager disse holdninger med i deres overvejelser, er der stor sandsynlighed for, at innovationen forkastes og dermed ikke implementeres. I forhold til knowledge- og perception-fasen, kan der tages stilling til dette projekt. Da der både er inkluderet "selective perception" og "selective exposure", fordi projektet omhandler at undersøge og belyse eventuelle konsekvenser ved innovationen. Bare ved at vælge at undersøge hyperloop som en innovation, benytter projektet selv "selective perception", da dette indikerer, at teknologien ikke er færdig. "Selective exposure", er den socialgruppe, hvori meninger dannes omkring innovationen. Hvis der er positive meninger, så har det indflydelse på ens egen mening og kan give positive tanker omkring innovationen. Selve hyperloop teknologien var i knowledge- og persuasion -asen tilbage i 2013, da Alpha Hyperloop udgav deres notat om teknologien. Så der har været, indtil videre, syv år, hvor der er blevet arbejdet videre med teknologien, eftersom de er rykket videre fra knowledge- og persuasion-fasen. Men siden de er i decision-fasen, så prøver de at udføre en række tests, som kan øge individets tiltro til transportteknologien. Hvis der udføres nok tests, som viser, at hyperloop er veldokumenteret og fungerer godt i det netværk det foreslås implementeret i, så kan innovationen rykke til næste trin, som er implementation. Under implementation vil der være en yderligere testfase, da individer får en mulighed for direkte at interagere med teknologien. Implementeringen bliver en delvis implementering, hvor der kontinuerligt vil tilføjes nye forgreninger og mulige transportruter. Dette kan medføre adskillige ændringer ved innovationen eller ved hele teknologisystemet. I dette trin kan det så småt ses, hvordan teknologien påvirker samfundet og hvordan den bidrager til transportkulturen. Afhængig af resultatet vurderes det, om hyperloop skal undergå nogle ændringer i håb om at tilrette transportsystemet, eller om hyperloop bruges som referencepunkt for et nyt transportsystem. Som en del af det sidste trin, confirmation, kan individerne, som benytter sig af innovationen, selv begynde at stille krav til teknologien. Det kunne være, at der skulle være en form for pendlerkort for rejsende, der tager fra den ene ende af landet til den anden ende hver dag. Hvis innovationen understøttes på en positiv måde, så kan det engagere individet til at benytte innovationen. Det samme er også gældende, hvis innovationen ikke understøtter individets holdning, at den så forkastes.

Hyperloop kommer højst sandsynligt til at befinde sig i decision-fasen i et stykke tid, da transportnetværket allerede er meget stort i rigtig mange lande, hvori det ønskes implementeret. Først når der er taget stilling til alle de sikkerhedsmæssige designproblemer, og hvordan det skal implementeres sideløbende med det allerede eksisterende transportnetværk, så kan den delvise implementering påbegynde. Dette kræver dog et stort samarbejde fra rigtig mange forskellige aktører, hvilket tilsammen danner et gigantisk transportnetværk bestående af en række transportteknologier med hver deres infrastruktur. Desuden skal de administrative og organisatoriske dele af samfundet inddrages, da det bliver et stort konstruktionsarbejde at anlægge infrastruktur for en transportteknologi, der breder sig over lange strækninger.



## 10 Diskussion

I kraft af at dette projekt forsøger at analysere et system, der endnu ikke eksisterer, er mange af antagelserne baseret på abduktive indicier, hvilket gør det vanskeligt reelt at konkludere noget definitivt. Dette betyder dog også, at der er mange diskuterende facetter at tage fat i. Visuelt minder hyperloop umiddelbart om evolution af toget. Det interessante ved toget er, at det har tæt på ingen sikkerhed i sammenligning med flyet. Flyet har kameraer over det hele, bemanning under hele rejsen, sikkerhedstjek af bagage såvel som personer samt en risiko for ikke at komme med, hvis du er for vred eller fuld. Toget, derimod, har intet af dette. Toget har den lejlighedsvis kontrollør, der tjekker om du har betalt for din rejse og intet andet. Imidlertid transporterer tog flere mennesker hvert år end fly, hvor spørgsmålet så indtræder: Vil hyperloopet ende i en institutionel flyrolle eller togrolle? Det kan være svært at sige, men det er her, der må dykkes ned i den kultur, der er omkring transportsektoren i USA.

### 10.1 Mobilitet og bæredygtighed

Når der nævnes mobilitet forbindes det med bevægelighed og potentialet for bevægelse. Men det kan også forbindes med stræben efter hurtigere og mere effektive teknologier (Riis, 2012). Dette afsnit vil prøve at forklare, hvordan mobilitet er en tendens i det menneskelige samfund og hvordan bæredygtighed er en konsekvens af dette.

Mobilitet kan være konstruktion af ny infrastruktur, så der er flere muligheder for flere transportformer. Men mobilitet er en stor del af, hvad mennesker egentlig er og det kan påvirke traditioner og kultur.

På grund af mobiliteten er intet sikkert, da der hele tiden kommer til at være forandring (Ibid., 2012). Mange af disse forandringer, ligger i at skabe hurtigere teknologier, hvilket tit forårsager nogle miljømæssige skader. Et simpelt eksempel er fly, som udleder meget CO<sub>2</sub>, men er nu en stor del af det transportnetværk, som en stor del af verdenen har. I eksemplet med fly gælder det, at mobiliteten påvirker bæredygtigheden negativt inden for udledning af CO<sub>2</sub>. Samtidig kan det påvirke bæredygtighed positivt, når det er socialt bæredygtighed, da det bliver hurtigere at rejse mellem kontinenter, skabe nye oplevelser og økonomiske relationer.

I forbindelse med hyperloop kan det dog diskuteres, hvorledes den nye mobilitet påvirker bæredygtigheden. Ved implementeringen af hyperloop introduceres et gigantisk nyt konstruktionsarbejde, hvilket kan være disruptivt for nuværende transportsystemer. Da meget transport bliver forsinket eller aflyst og derudover forårsager konstruktionen meget larm. Der ligger dog også en fordel i hyperloop, da det benytter elektricitet til fremdrift, som ikke udleder CO<sub>2</sub> - selvfølgelig afhængig af hvordan det anskaffes. Samtidig med at det støtter mobiliteten med hurtigere transport. Hyperloop kommer til at støtte mobiliseringsbevægelsen, men kommer til at påvirke bæredygtighed både positivt og negativt. Positivt i form af energiformen ikke påvirker negativt på klimaet, i forhold til fossile brændstoffer. Det påvirker negativt grundet konstruktionsarbejdet, men det er kun midlertidligt, og så kan det virke disruptivt for andre transportformer.

Der er mange ting, vi ikke kan forudse ved fremtiden, hvilket også gør det svært at forestille en ny teknologi tilpasset til det gældende tidspunkts overensstemmelser med bæredygtighed og mobilitet. En af de mere ambitiøse ønsketænkninger kunne være gratis elektricitet. Den gratis el kunne støtte ideen om hyperloop og dermed støtte den økonomiske- og miljømæssige bæredygtighed - alt afhængig af, hvilken metode elektriciteten produceres.

## 10.2 Transport Justice

Ved implementering af et hyperloop kan det forårsage nedprioritering af vedligeholdelse af nuværende transportsystemer. Dette skyldes, at hyperloop kommer til at trække mange passagerer fra biler, indenrigs-flyvning og langdistancerejser med konventionelle tog og busser. Det nye transportsystem introducerer således nogle samfundsmæssige konsekvenser i form af øgede billetpriser og/eller sænket drift af eksisterende transportsystemer. Det betyder, at et hyperloop - selv ved en højere billetpris - vil begrænse den eksisterende transportinfrastruktur. Dette vil medføre, at befolkningens potentielle mobilitet øges, men deres tilgængelighed begrænses grundet de færre muligheder inden for transport. Dette vil skabe et problem for transportligestilling i samfundet. Der kan stilles spørgsmål ved, om hyperloop bliver en transport eksklusivt for de velhavende. Men det afhænger af prissætningen og af samfundets opfattelse af "the transport good" i forhold til hyperloop. Det kan påvirke folks værdier om lykke og det vil medføre en idolisering af brugerne af transportsystemet. Dette vil påvirke den del af samfundet, som ikke benytter hyperloop negativt, i og med det, vil den blive set som værende bagud i et teknologisk og samfundsmæssigt perspektiv. Det kan skabe flere investeringer i et samfund, hvis det har adapteret den nyeste teknologi. Så det kan øge den teknologiske udvikling i samfundet som en konsekvens af hyperloops store implementeringsomkostninger vil dette tilgodese allerede økonomisk stærke samfund. Det optimale kunne være hvis, så mange som muligt kan benytte sig af transportteknologien via en øget tilgængelighed. Dette vil kunne gøres muligt ved at skabe flere stationer. For dette vil øge tilgængeligheden sammen med den potentielle mobilitet som i tilfældet med Shinkansen. Hvis både den potentielle mobilitet og tilgængelighed stiger, så er det muligt for en større del af befolkningen at benytte transportteknologien. Dette medfører dog et endnu større arbejde i forhold til konstruktion af infrastruktur og organisatorisk arbejde.

## 10.3 Innovation i det nuværende regime

Om hyperloop kommer til at passe ind i det nuværende regime eller om det kommer til at revolutionere det sociotekniske system er et spørgsmål, der først kan besvares efter at teknologien bliver implementeret. En stor del af dette kan besvares udfra hvorvidt teknologien ligner en eksisterende transportteknologi. Det kan perspektiveres over i, hvorledes det er en konservativ eller radikal opfindelse. Tidligere blev hyperloop defineret som en radikal opfindelse, men det betyder ikke nødvendigvis et helt nyt sociotekniske system. Hvis den implementeres, kan det dog medføre nogle små ændringer i det eksisterende system. Blandt andet tilføjer det nye transportmuligheder, som kommer til at påvirke brugen af indenrigs-

rejser. Derudover kan det også motivere flere mennesker til at flytte grundet det nye transportalternativ. Det nuværende teknologiske transportregime er baseret på distance og rejsetid, hvori hyperloop kommer til at være relevant i distancerne på mellem 400 og 800 kilometer. Det kan komme til at påvirke indenrigsrejser fra flysektoren, hvori der opstår to mulige scenarier. Enten ko-eksisterer de to transportmuligheder, hvori det både bliver muligt at flyve indenrigs såvel som at benytte hyperloop. Ellers er det enten hyperloop eller flyvemaskinerne, der overtager kontrollen inden for længere indenrigstransport og eliminerer den anden mulighed.

#### **10.4 Usikker transporttypologi**

Formålet med transporttypologi er at identificere viden relateret til eksisterende transportformer. En typologi fremkalder en bestemt forudfattet forståelse om en teknologi i samfundet. Der kan være forskellige fortolkninger af teknologiens forhold afhængig af hvilket samfund. Men eftersom hyperloop er en ny form for transport, kan det diskuteres, om den har en transporttypologi.

Der er nogle usikkerheder i at determinere hvilken typologi, som hyperloop indgår under. Denne usikkerhed kan gøre det sværere for mennesker at danne en holdning til teknologien. Hvis der ikke var usikkerhed til transporttypologien, vil der være nogle klare forventninger til teknologien, som vil være nemmere at tilgå under implementeringen. Transporttypologien defineres ud fra de kendetegn, som mennesker har til teknologien. F.eks. kører tog på skinner og befinder sig på landjorden. Det, der skaber usikkerheden ved hyperloop, er, at der er kendetegn fra forskellige eksisterende transportteknologier, som også eksisterer i hyperloop. Hyperloop har elementer fra både tog og fly, i form af at den bevæger sig på landjorden på maglev-skinner og den har sikkerhedsprocedurer, som minder om lufthavnen. Disse kendetegn skaber en splittet opfattelse af hyperloop. Den splittede opfattelse kan resultere i, at det tager længere tid for mennesker at acceptere innovationen, da de har svært ved at forholde sig til den. Men samtidig kan det modsatte også ske. Ved at den nye transportform indeholder elementer fra disse to transportformer, kan de danne en holdning til teknologien. Da mennesker så vælger at forholde sig til det de kender, og ubevidst acceptere den nye teknologi grundet de kendte elementer fra eksisterende transportformer. Men det kan dog forventes at den nye transportform kommer til at danne sin helt egen transporttypologi. Det er stadig usikkert, hvordan samfundet kommer til at opfatte teknologien, da det først kan vurderes så snart den implementeres. Men det er helt sikkert, at de kendetegn fra eksisterende transportformer kan bidrage med faktorer til at motivere folk til at bekræfte eller forkaste teknologien.

## 11 Konklusion

Dette projekt er et kvalificeret gæt på, hvordan et hyperloop vil påvirke det samfund, det bliver implementeret i. Det er et faktum, at der endnu ikke eksisterer et operationelt hyperloop og dette gør denne opgave særlig vanskelig. Derfor har det været en nødvendighed at finde en lignende teknologi for at undersøge konsekvenser af en implementering. Der er imidlertid visse transportløsninger i verden, der har vist sig behjælpelige i dette forsøg på at håndgribeligøre et hyperloop-system. HSR og Maglev er de af bedste eksisterende teknologiske systemer at sammenligne hyperloopteknologien med. Videre teknologisk udvikling afhænger primært af den økonomiske model bag. Da omkostningerne i forvejen er høje, er det langsigtede investeringsafkast usikkert, dermed vil regeringsstøtte være afgørende, som det har været med andre HSR. Hyperloop har resulteret i meget skepsis, siden teknologien blev en nyhed og en ide til en alternativ transportform tilbage i 2013. Et hyperloop er et teknologisk system bestående af flere delteknologier, såsom et vakuumrør sammen med et togspor af elektromagneter, som minimerer selve kapslens friktion ved hjælp af maglev, der derved kan opnå høje hastigheder. Hyperloop benytter el som energikilde, som betyder, at transportformen har en mulighed for at være CO<sub>2</sub>-neutral. Dette er afhængig af hvilken kilde som elektriciteten er generet fra. Den nedsatte friktion medfører også, at det ikke kræver meget energi at opretholde den høje fart, hvilket gør hyperloop til en energieffektiv transportform.

Shinkansen benytter sig også af maglev på nogle strækninger og er derfor et teknologisk system, som minder meget om hyperloop. Det japanske HSR-system reducerer CO<sub>2</sub>-emissioner og er en tidsbesparende rejsemulighed for landets pendlere. Shinkansen har en høj billetpris og den nedre middelklasse bruger derfor ikke transportformen ofte. En effekt af Shinkansens etablering i Japan har også været en etablering af mindre storbyer ved og omkring stationerne og systemet fungerer derved som et dræn fra oplandets byer uden Shinkansen stationer. Eftersom lighederne mellem Shinkansen og hyperloop er begrænsede, er det svært at sige præcis, hvilke konsekvenser implementeringen vil medføre. Men det er en klar disruption af subjektets etablerede transportvaner, som forhåbentlig vil øge væksten på samme måde, som Shinkansen har medført i Japan. Fremtiden for hyperloopteknologien er svær at forudsige, men teknologien kommer til at være innovativ. Hvorvidt hyperloops bliver en udbredt teknologi, er afhængigt af samfundets tilgang til "the transport good". Sikkerheden omkring en ny teknologi er også enormt vigtig for dens overlevelse og kommercielle levedygtighed. Uanset hvilken rolle hyperloopsystemer ender med at påtage sig i det nuværende system. Så kommer det til at danne præcedens i andre byer og lande og muliggør derved en disruption i transportsektoren.

Teknologien danner en form for relation til subjektet ved at borgerne har en indvirkning på implementeringen og den efterfølgende udvikling. Teknologien gennemgår konstant påvirkning fra den kultur, hvori den implementeres og formes af samfundet. Kulturen som er gældende for teknologien, dannes på

baggrund af de ønsker og behov, som brugerne danner. Dem der udvikler teknologien, har brug for at forbrugerne kan skabe en tydelig forventning til dem. Det samme gør sig gældende for brugerne, da de har brug for en tydelig forklaring af, hvad de kan forvente af teknologien. På den ene side medfører den nogle indtil nu utænkelige infrastrukturmæssige forbedringer, men på den anden side risikeres også, at hyperloopet bliver en nichetransport, som tages for oplevelsen i stil med damplokomotiver eller Concorden.

## 12 Litteraturliste

- Baskas, H. (2019). *A hyperloop may change how and why we travel* <https://www.cnbc.com/>
- Buhl, H. (2005). *Buesenderen. Valdemar Poulsens radiosystem*. Aarhus Universitetsforlag. Kapitel 1: Indledning s. 7-12
- Taylor, C. L., Hyde, D. J. & Barr, L. C. (2016). *Hyperloop Commercial Feasibility Analysis: High Level Overview* NASA, Glenn Research Center Cleveland, OH
- California Energy Commission (2019). *CEC-1304 Power Plant Owners Reporting Form and SB 1305 Reporting Regulations*. In-state generation is reported generation from units one megawatt and larger. Data as of June 24, 2019.
- Discovery Channel. (2003, April 16). *TV Extreme Engineering - Transatlantic Tunnel* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YFewQts81k4>
- DSB. (u.d.). *København - Aarhus med toget på under 3 timer* — DSB. Fundet December 14, 2020, <https://www.dsb.dk/togeture-i-danmark/kobenhavn-aarhus/>
- Flyvbjerg, F. B. (2010). *Fem misforståelser om casestudiet*. København, Danmark: Hans Reitzels forlag.
- Demizu, F., Li, Y.T., Schmöcker, J.D., Nakamura, T., & Uno, N., (2017). *Long-term impact of the Shinkansen on rail and air demand: analysis with data from Northeast Japan, Transportation Planning and Technology*, 40:7, 741-756, DOI:10.1080/03081060.2017.1340023
- Geels, F. W. (2004). *From sectoral systems of innovation to socio-technical systems*. *Research Policy*, 33(6-7), 897-920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Gimmler, A. (2018). *Pragmatisme og "practice turn"*; *Slagmark - Tidsskrift for idéhistorie*, (64), 43-61. <https://doi.org/10.7146/sl.v0i64.104110>
- Hood, C. P. (2010). *The Shinkansen's Local Impact*. *Social Science Japan Journal*, 13(2), 211-225. <https://doi.org/10.1093/ssjj/jyq004>
- Hinnant L., DeLorenzo S., Associated Press. (2013, June 20). *Why air travel hasn't advanced as much*

*as you might think*. KATU. <https://katu.com/news/travel-and-outdoors/why-air-travel-hasnt-advanced-as-much-as-you-might-think>

Hiramatsu, T. (2016). *Unequal regional impacts of high speed rail on the tourism industry: a simulation analysis of the effects of Kyushu Shinkansen*. *Transportation*, 45(2), 677–701. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9746-y>

Historian (2008). *General Arthur Summerfield*, The Story of United states postal service. July 2008, 1-3.

Huniche, L. & Olesen, F. (2014). *Teknologi i sundhedspraksis*, s. 23-25, Munksgaard, København

ITF. (2019). *ITF Transport Outlook 2019*, OECD Publishing, Paris, [https://doi.org/10.1787/transp\\_outlook-en-2019-en](https://doi.org/10.1787/transp_outlook-en-2019-en)

Japan Rail Pass. (2019). *Osaka to Tokyo: How to Travel - Japan Rail Pass*. <https://www.jrailpass.com/blog/osaka-to-tokyo>

Jensen, T. E. (2003). *Aktør-netværksteori - en sociologi om kendsgerninger, karakter og kammuslinger*, Department of Organization and Industrial Society, Copenhagen Business School, Frederiksberg Danmark

Jørgensen, N. (2018). *Digital signatur: En eksemplarisk analyse af en teknologis indre mekanismer og processer*. Roskilde Universitet. <http://webhotel4.ruc.dk/nielsj/research/publications/indre-mekanismer.pdf>

Krugman, P. (1996). *What's new about the new economic geography?*, *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 14, Issue 2.

Martens K. (2017). *Transport Justice: Designing Fair Transportation Systems*. Taylor & Francis.

Mills, M. F. (2020, November 9). *Inside Hyperloop's First Passenger Test*. Theb1m.Com. <https://theb1m.com/video/inside-hyperloops-first-passenger-test>

Munn & Co. (dec. 1897). *Scientific American, Volume 77 Number 24, 1-7*. <https://archive.org/details/scientific-american-1897-12-11/mode/2up>

Musk, E. (2013). *Hyperloop alpha*. *Tesla.com*. [https://www.tesla.com/sites/default/files/blog\\_images/hyperloop-alpha](https://www.tesla.com/sites/default/files/blog_images/hyperloop-alpha).

Musk, E. [Elon Musk]. (2017, Juli 20). *Just received verbal govt approval for The Boring Company to build an underground NY-Phil-Balt-DC Hyperloop. NY-DC in 29 mins.* [Tweet].

Twitter. <https://twitter.com/elonmusk/status/888053175155949572?lang=en>

Olsen, P. B., & Pedersen, K. (2018). *Problemløst projektarbejde*. Frederiksberg, Danmark: Samfundslitteratur.

Pneumatic tube. (2013). *Pneumatic Tube System - How it works*. <https://pneumatic.tube/how-it-works>

Pritchard, J. P. (2017). *Providing Improved Crowding Information to Provide Benefits for Rail Passengers and Operators*. University of Southampton Boldrewood Campus, Room 4001, Building 176, Burgess Road, Southampton SO16 7QF, UK, Springer.

Ranger, S. (2019, August 16). *What is Hyperloop? Everything you need to know about the race for super-fast travel*. ZDNet. <https://www.zdnet.com/article/what-is-hyperloop-everything-you-need-to-know-about-the-future-of-transport/>

Riis, S. (2012). *Metafysisk gadekamp: Mobilitet vs. bæredygtighed*. I *Byen i bevægelse : mobilitet - politik - performativitet* (s. 78-95). Roskilde, Danmark: Roskilde Universitetsforlag.

Rogers, E. (1983). *DIFFUSION OF INNOVATIONS* (3rd ed.). New York, USA: Free Press.

Virgin Hyperloop. (n.d.). *Virgin Hyperloop*. <https://Virginhyperloop.Com/>

Zainal, Z. (2007). *Case study as a research method*, Faculty of Management and Human Resource Development, Universiti Teknologi Malaysia