

PRT i Norge

Semesteroppgave ved
Den Polytekniske Høgskole i Oslo

Oktober 2001

Av

Sven Erik Vaagenes
Frode Holter
Marium Pervez
og
Anders Alstad
(veileder)

Forord

Bakgrunnen for denne rapporten er et ønske om større forståelse for fremtidens transportmidler generelt og PRT spesielt. Hensikten er å få kunnskap om en type teknologi og hvordan den påvirker samfunnet.

Arbeidet har pågått hovedsakelig fra og med 1 oktober til og med 12 oktober, i lokalene til Den Polytekniske Høgskole i Oslo.

Vi ønsker å takke alle som har bidratt til at denne rapporten ble til, Tom Alex Hagen ved Statens Vegvesen Akershus, og spesielt Arno Mong Daastøl, som er den i Norge med mest kunnskap om PRT. Begge har bidratt stort til at vi kom i mål.

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Innholdsfortegnelse	4
Kildekritikk	5
Introduksjon	6
Hva er PRT?.....	6
Bakgrunnen til PRT.....	9
En innføring i teknikken som brukes i PRT.....	10
Monorail.....	10
Vogner som henger ned fra skinnene	10
Vogner som går over skinnene	11
RUF – Et eksempel på Dual-Mode.....	13
Evaluering	15
Hvilket system er best?.....	15
Hvordan blir fremtiden?	18
Hva blir konsekvensene av en eventuell utbygging av PRT?	19
Hva er dagens situasjon i Norge?	21
Hvilke endringer vil skje i samfunnet hvis PRT blir en realitet?	22
Konklusjon	26
Kilder:	27
Vedlegg 1: Taxi 2000	
Vedlegg 2: SIPEM	
Vedlegg 3:	
• Felles refleksjonsnotat	
• Refleksjonsnotat for Sven Erik Vaagenes	
• Refleksjonsnotat for Frode Holter	
• Refleksjonsnotat for Marium Pervez	
• Refleksjonsnotat for Anders Alstad	
• Møtereferater	
• Timelister	
• Arbeidskontrakt	
• Milepælsplan/ansvarskart	
• Daastøl intervjunotat	

Kildekritikk

I sammenheng med prosjektet har vi hatt behov for ekspertkunnskap på området PRT. I den forbindelse har vi benyttet en del eksterne kilder. Ekspertkunnskapen har vi i hovedsak fått gjennom intervjuer og via nettet.

I forbindelse med informasjonen om PRT og det positive ved teknologien, kom vi i kontakt med Arno Mong Daastøl som er utdannet økonom. Han har i flere år jobbet intenst med å få PRT til Norge.

Det falt seg derfor naturlig for oss å bruke han som hovedkilde. Ettersom vi kun forholdt oss til han på mange punkter innser vi at informasjonen han har gitt oss kan være farget av hans personlige syn. Han har tross alt jobbet hardt for å få til noe slikt her i landet og hadde ikke mye negativt å si om fagfeltet PRT.

Vi ønsker å understreke at Arno Mong Daastøl trolig er den fremste ekspertten på PRT i Norge. Han har en rekke kontakter nasjonalt og internasjonalt, og har skrevet utredninger om PRT for staten. Han har også et imponerende personlig bibliotek med bøker, tidsskrifter og publikasjoner om PRT.

Vi har kontaktet flere personer i relevante statlige avdelinger, og de vi har fått tak i har henvist oss til Tom Alex Hagen. Han er prosjektleder ved Statens vegvesen Akershus. I motsetning til Daastøl hadde Hagen et ikke fullt så optimistisk syn på PRT. På den annen side hadde han ikke like mye kunnskap om PRT som Daastøl. Hagen satt på offentlige utredninger og andre dokumenter vi ikke fikk gjennom Daastøl.

Som tidligere nevnt har vi også hentet mye informasjon fra Internet. Internet er medium hvor det er viktig å være klar over at ikke alle kilder er like pålitelige. Vi har forsøkt å ta høyde for dette og prøvd å se på innholdet med et kritisk syn. Vi har også evaluert kildene ut fra den informasjonen vi fikk fra Daastøl. Han gikk god for de kildene vi benyttet.

Introduksjon

Hva er PRT?

PRT står for ”*Personal Rapid Transit system*”, det Skandinaviske navnet er ”*SporTaxi*”. Ideen PRT er et svar på det moderne samfunns trafikkproblemer. Systemets hensikt er å avbelaste eller ta helt over for eldre former for transport av mennesker. Det er da snakk om alt fra personbil og buss til tog og trikk. PRT er et transportsystem hovedsaklig for personer, men det finnes systemer som skal kunne frakte varer i tillegg. Dette er noe vi vil fordype oss i senere. (kilde: <http://home.online.no/~mdaas/sportaxi/index.html> hentet 03.10.01)

PRT er en undergruppe av transportsystemer kalt *Automated People Movers* (APM). Vanlige (ikke-PRT) systemer består av kjøretøy med kapasitet på 12 til 100 personer, som går langs egne dedikerte skinner etter faste rutetider. Det finnes ingen slike systemer i Norge, men det er over 100 operative systemer av denne typen rundt om i verden. (kilder: <http://faculty.washington.edu/~jbs/itrans/PRT/Background.html> og Arno Mong Daastøl)

Fordi definisjonen av PRT hadde vært diffus de foregående 30 årene, ble det i 1988 utarbeidet noen retningslinjer for hva et PRT-system er.

Comment [BOL1]: Repetisjon ...

Disse retningslinjene var som følger:

1. *Et fullt automatisert kjøretøy som kan operere uten menneskelige sjåførere.*
2. *Kjøretøy som er festet til en tilhørende skinne.*
3. *Små kjøretøy som kan brukes av et enkelt menneske eller en liten gruppe, typisk på 1 – 6 passasjerer, og som er tilgjengelig 24 timer i døgnet.*
4. *Smale skinner som kan bli plassert over-, under eller på bakkenivå.*
5. *Kjøretøy som kan benytte alle skinner og stasjoner i et system.*
6. *Transport direkte til et bestemmelsessted, uten behov for å stoppe eller skifte vogn på stasjoner.*
7. *Tilgjengelig on-demand i stedet for faste rutetider.*

(kilde: <http://faculty.washington.edu/~jbs/itrans/PRT/Background.html> hentet 09.10.01)

Forskjellen mellom andre APMer og PRT ligger i punktene 3 til 7. Det er per i dag ingen ferdigutviklede systemer som oppfyller alle disse kravene.

Et PRT system som fyller kravene har mange fordeler å by på. Hvilke fordeler man får er bl.a. avhengig av hvilket plan man legger banen på. For eksempel ved opphøyd bane får man minimal fare for kollisjoner, mindre arealbruk og nærmest ingen barriereeffekter. Det er også mange andre fordeler (og ulemper) som følger med de ulike typene av PRT. Dette ender opp i en konklusjon der vi tar med de erfaringene vi har fått underveis, men i tillegg vurderer de signalene vi har fått fra de aktuelle målgruppene til et PRT-system.

Det finnes flere slags typer av Rapid Transit, man har Group Rapid Transit som bruker vogner for personmasser over 12 personer og Mass Rapid Transit for grupper over 40 personer (f.eks trikk og tog). PRT er for personmasser under 10 personer. PRT er et system som vil gjøre at det blir mange små vogner i stedet for få store vogner som det er ved et MRT-system. Alle vognene styres automatisk. Dette gjør det hele mer brukervennlig for hver enkelt person og man slipper å skifte vogn på veien dit man skal. Man skal kunne gå til en PRT-stasjon, velge hvor man skal på et lite panel og betale en sum for turen. Man går deretter bort til en ledig vogn. Hvis det ikke er noen ledige vogner, så vil den vognen som er ledig og nærmest stasjonen komme automatisk. Man kan da vise billetten som man mottok ved betaling til en kortleser i vognene og sitte i vognen helt fram til ende-stasjonen.

På de vanlige sporvei-systemene som er i dag er det slik at man har to baner som går ved siden av hverandre fra et punkt til et annet punkt. Togene går fram og tilbake på disse skinnene.



I et PRT-system er det tenkt at man skal kunne lage det som et 8-tall system. På den måten får man dekket et dobbelt så stort område [med samme lengde skinner](#).



I et fremtidig PRT-system er det tenkt seg at man skal ha et slags nettverk med spor, slik at man kan dekke et større område. I tillegg skal man kan kunne reise fra et sted til et annet uten å måtte skifte transportmiddel. Man kan altså koble sammen flere baner som er formet som et 8-tall. Alle vognene skal kunne kjøre hvor som helst på disse skinnene og man vil derfor kunne reise fra start-sted til ende-stasjon uten å måtte skifte vogn.

Comment [BOL2]: KILDE

Bakgrunnen til PRT

Så tidlig som i 1953 begynte de første oppfinnerne i USA å tenke på PRT, noe som i dag fremdeles er et ganske ukjent tema for de fleste. Det finnes veldig få slike realiserte systemer i dag. Vi vet blant annet at USA og Nederland er to av de ytterst få landene som har fått til en slik løsning på det urbane transportproblemet. Det ble også en populær løsning på flyplasser, for eksempel i Nederland. Morgantown i West Virginia bygde ut et system så tidlig som i 1968. Japan og Tyskland slengte seg også på moten, og bygde store testanlegg i '70-årene. Men sånn på 1980-tallet dabbet interessen av for slike systemer, noe grunnet nytenkning innen politikken og en mer restriktiv holdning med tanke på investeringer i "ukjent teknologi".

Comment [BOL3]: Inspirert av oljekrisen?

Norge har ikke kommet så særlig langt i utviklingen av slike systemer. Det kom inn et forslag om å bygge ut en "Sportaxi", en form for PRT-løsning på Fornebu, noe som dessverre ikke slo igjennom. Årsakene var mange, deriblant at det befinner seg på et forskningsnivå, og at det er et relativt lite utprøvd system med få referanser både innenlands og utenlands.

Comment [BOL4]: I Norge hard et vært liten interesse for slike systemer...

Når Statens Vegvesen skulle velge mellom x antall forskjellige løsningsforslag, hadde de noe praktisk, men plattformavhengig i tankene. Det er også veldig lite informasjon ute og går om PRT bortsett fra noen nettsider. Norge selv har bare en nettside som har noe med PRT å gjøre. (<http://Sportaxi.com>)

Comment [BOL5]: Forklart tidligere?

Av de mange vi har prøvd å kontakte var det veldig få i Norge som i det hele tatt har tenkt på denne form for baneløsninger. Arno Mong Daastøl, som er ansvarlig for nettsiden mener at sportaxi allikevel kan bygges i privat regi, men at problemet først oppstår når det skal godkjennes offentlig. Det lar seg vanskelig gjøre å godta slike nye tekniske løsninger offentlig. Han mener også at en annen grunn til dette kan være nettopp fordi det ikke finnes så mange entreprenører på området, altså at de ikke er så fortrolig med nyskapende arbeid. Han mener videre at de er villige til å stikke kjepper i hjulene for

Comment [BOL6]: Kildehenvisning – Intervju, dato, sted

den nye teknologien for å kunne å [ikke](#) svekke sine personlige fordeler [som er forbundet](#) med den eksisterende teknologien, noe som fører til [at nye problemer blir løst med gamle](#).

Comment [BOL7]: ELLUL!

En innføring i teknikken som brukes i PRT

Monorail

Monorail er hovedsaklig vogner som går på en skinne. Det finnes flere typer av monorail, man har de som henger ned i fra en opphøyd skinne (Figur 1), de som går over en opphøyd skinne og de som har vogner som går både over og under en opphøyd skinne.

Vogner som henger ned fra skinnene

Det finnes forskjellige løsninger på hvordan vognene er festet til opphenget på. Jeg skal forklare hvordan noen av metodene virker.

Først en mye brukt metode som for eksempel Flyway_(et svenskt firma) bruker på sine modeller. På Figur 2 ser man et tverrsnitt av en skinne. Dette er da for en vogn som skal henge under skinnene. Figur 3 viser festet til vognen. Man kan se på Figur 3 at det finnes to hjul og Figur 2 at det er to spor.

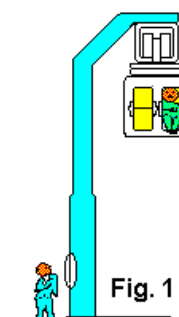
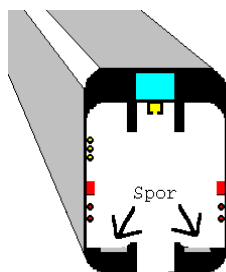
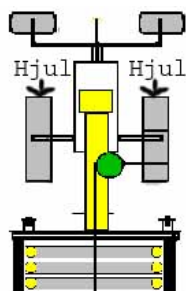


Fig. 1



Figur 2: Flywayskinne (kilde: <http://www.swedetrack.com/beamcr.gif>, hentet 3/10-01)



Figur 3 (kilde: <http://www.swedetrack.com/beamcr.gif> hentet 3/10-01)

Figur 1 (kilde: http://www.swedetrack.com/02_01.gif hentet 3/10-01)

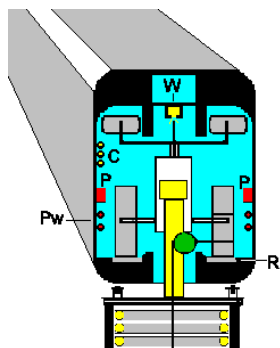
På Figur kan man se et komplett bilde av hvordan en vogn er festet til skinnen. Dette er et system som er veldig sikkert mot værharde forhold og hærverk eller andre slags skader.

På et slikt system så vil det heller ikke bli mye slitasje siden det ikke kommer inn noe mye med skitt eller fuktighet. Det eneste problemet ved et slikt system er at skinnene må gå ganske høyt opp i luften. De vil da bli veldig synlige og være mer synlige enn mange av de andre løsningene.

Comment [AA8]:

Deleted: E

Deleted: som ved



Figur 4 (kilde: <http://www.swedetrack.com/beamcr.gif> hentet 3/10-01)

Det finnes også løsninger som typen Swedetrack har brukt hvor de bruker magnetisme i stedet for hjul, dette gjør at det ikke er noen fysiske berøringer av vogn og skinne og det gjør at det blir en minimal slitasje. Siden hele vognen må bli løftet opp ved hjelp av magnetisme så sier det seg selv at denne metoden vil bruke mer strøm enn ved å bruke hjul.

Vogner som går over skinnene

Et eksempel på denne løsningen er Taxi2000. Det er et prosjekt som pågår i USA. Ved å se på Figur 5 kan man se en illustrasjon på hvordan en slik bane fungerer.

Her kan man se at vognen har to hjul som går inne i skinnen. Dette gjør at det blir lite slitasje og ikke avhengig av hvordan været er.

Det finnes også her noen løsninger som bruker magnetisme i stedet for hjul.



Figur 5 (Kilde

<http://www.taxi2000.com/images/Pr21-2.jpg>
hentet 3/10-01)

Eneste problemet som er ved denne løsningen er at man har en åpning på toppen av skinnen for festet mellom hjul og vogn. Her kan det fort komme snø og regn inn, derfor har de laget en åpning i bunnen av skinnen slik at vann og snø skal kunne falle rett igjennom. Men det har fortsatt en liten fare for at det kan komme skitt og søppel inn på skinnen, på dette punktet er løsningen hvor vognene sitter under skinnen bedre.

Et problem ved mange av typene har dårlige løsninger for å pøse. Det finnes noen løsninger som er like vanlige tog, hvor det mekanisk må flytte skinnene for å kunne skifte spor. Det vil si at sporveksleren må kunne justeres til en ny stilling for vært enkelt kjøretøy. Slike pøser er ofte relativt trege. Dette gjør at man ikke kan tillate en så kort avstan mellom hver enhet som man kunne ønske. Dette igjen medfører lavere kapasitet på linjen.

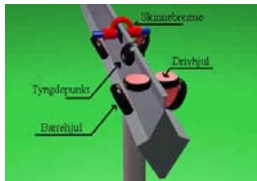
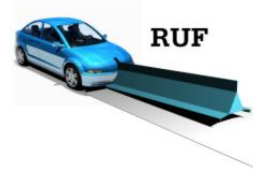
Det er også stor slitasje på delene og dette koster mye penger og når man først skal skifte så må man stoppe all trafikk.

Derfor har man funnet ut at det er en mye bedre løsning at hver og en vogn har mekanismen som velger hvilken retning den skal ved krysningspunkter. Da vil man kunne ha kortere mellomrom mellom hver vogn, det medfører at man kan ha flere vogner. Skulle det bli noe særlig slitasje så vil det bli på vognen og ikke på skinnen. Man gjør også det slik at det blir billigere og raskere å installere skinnene.

RUF – Et eksempel på Dual-Mode

RUF systemet er Dual-Mode. Det vil si at alle kjøretøyene kan benytte både skinnenettet og vanlige veier. Når de går på skinner ”rir” de på toppen av en trekantet monorail.

RUF kjøretøyet kan være både biler (ruf) og busser (maxi-ruf).



Skinnene består av trekantete lange metall elementer som blir holdt oppe av master.

RUF står for *Rapid Urban Flexible*.

Systemet er under utvikling i Danmark. Blant annet har de laget en testbane på 25 meter ved Ingeniørhøyskolen IKT i Ballerup.

Figur 6 (Kilde: <http://www.ruf.dk/hr/koncept/koncept5.htm>
Hentet 08.10.01)

Figur 7 (Kilde:

<http://www.ruf.dk/hr/koncept/koncept5.htm>
hentet 08.10.01)

(Kilde: http://www.ruf.dk/w_artikler/artikel8/status.htm)

Et hovedpoeng er at en ruf bare trenger små batterier, siden det meste av en lenger reise skal foregå på en rufskinne. Når kjøretøyet er på en slik skinne tar den strøm til framdrift derfra, samtidig som den lader opp sine egne batterier. På den måten trenger ikke disse farekostene like store og tunge batterier som andre elbiler.

Comment [BOL9]: KILDE

Konstruksjonsformen av skinnen har flere positive, men også negative egenskaper; At drivhjulene er plassert på vær sin side av skinnen gjør at friksjonskraften kan justeres. Dette gjør det mulig med bratte stigninger og høy akselerasjon. Når en RUF ”rir” på toppen av en monorail, vil sentrum for tyngdekraftene bli plassert under toppen av skinnen. Avsporing er umulig. Skinnelegemet er hult, slik at det kan inneholde kabler og lignende som ellers må bli gravd ned i bakken.

I likhet med andre åpne skinesystemer er også dette utsatt for is og snø. Den skrå konstruksjonen skal hjelp på dette problemet, men eliminerer det ikke helt.



Figur 8 (Kilde:

<http://www.ruf.dk/system/p4.htm>
Hentet 08.10.01)

Det største problemet for RUF systemet er pensing. Dette problemet er de som vi allerede har sett ikke alene om. Løsningen til RUF har blitt at når et kjøretøy nærmer seg et kryss, blir farten senket til 30 km/t. Deretter kjører det av skinnen og ut på en rampe, der det er magnetiske felt som automatisk styrer bilen i riktig retning. Bilen kan kjøre inn på et nytt spor eller forlate systemet. Når kjøretøyet befinner seg på en lengre strekning med spor, blir farten automatisk økt til ca 160 km/t. Kjøretøyene er også utformet slik at de kan koble seg i sammen. Ved en slik sammenkobling blir luftmotstanden veldig lav og energibruken per RUF synker også betraktelig. Det må også nevnes at RUF kjøretøyene avgir svært lite lyd, i likhet med andre elbiler.

Palle Jensen som er oppfinneren av systemet har tenkt seg det slik at systemet i begynnelsen skal være et alternativ til tradisjonell kollektivtransport. Det skal gjøres ved at maxi-rufer trafikkerer et lokalt område i likhet med busser. Deretter kjører



Comment [BOL10]: KILDE?

den til en RUF skinne hvor sjåføren går av og sender maxi-rufen videre til en bestemt destinasjon hvor en annen sjåfør venter. På denne måten vil en maxi-ruf ta over for både tog å buss. Når et ruf kjøretøy beveger seg på banesystemet, oppfører det seg som andre PRT systemer. Dette gjør at RUF kan gi oss noen av fordelene til både bil, buss, tog og PRT.

Figur 9 (Kilde:

<http://www.ruf.dk/hr/koncept/koncept3.htm>
hentet 08.10.01)

(Kilder for RUF-stoffet generelt:
<http://www.ruf.dk/hr/koncept/koncept1.htm> → [/koncept10.htm](http://www.ruf.dk/hr/koncept/koncept10.htm)
hentet 08.10.01)

Evaluering

Hvilket system er best?

I de foregående kapitlene har vi tatt en grov gjennomgang av de ulike typene av PRT. Som vi har sett går de fleste av løsningene på en monorail. Det er også løsninger som går på to skinner, som ved tradisjonelle trikker og tog. Det som er det store problemet og forskjellen med disse løsningene i forhold til monorail, er at de ofte fører med seg problemer ved pensing. Som den norske PRT eksperten Arno Mong Daastøl sa, så er det pensingen som er det store problemet ved alle mulige skinne gående systemer. Som vi allerede har vist, kan dette problemet bli løst på forskjellige måter.

Comment [BOL11]: Kildehen
vinsimng

Først et sammendrag av de ulike typene som finnes og eller spekuleres i: Det er først og fremst monorail. Da har vi to varianter, et lukket system der hjulene befinner seg inne i en lukket skinne og et åpent der hjulene befinner seg utenpå.

De andre typene av systemer benytter to skinner slik som tog og trikk gjør i dag. Når det gjelder løsninger på to skinner, så er det også noen av disse som benytter et hjulsystem med hjul både over og under skinnen, liknende det som brukes på loopen i Tusenfryd. Det negative med et slikt system er at man nærmest dobler problemene som må overvinnes ved pensing.

Kjøretøyene som benyttes varierer lite i utforming. Det som varier er lengden ettersom hvor mange det skal være plass til. Aerodynamisk utforming har også noe å si, særlig ved de systemene som er beregnet på høy fart. Det vi ser er at det er linjetyper som varierer.

Når det gjelder pensing er det som vi så i kapitlet Monorail grovt sett to alternativer: Pensing i kjøretøyet og pensing *på* skinnen.

Vi har også valgt å ta med RUF systemet fra Danmark. Grunnen til dette

er at RUF har flere egenskaper som man finner igjen på PRT systemer. Dette er ikke tilfellet ved andre Dual-Mode systemer.

Løsningen for å skifte spor er, som vi allerede har sett, å kjøre ut på en rampe der elektromagnetiske felt styrer "bilen" i riktig retning.

Selv om et slikt system virker meget bra i teorien, så kan en liten svikt eller svakhet i systemet forårsake store problemer og ulykker i virkeligheten.

Vi har nå gitt en grov presentasjon av alle de PRT systemene som i dag finnes eller er under utvikling. Det vi ser er at ingen av systemene er uten problemer. Dette er da også en av hovedgrunnene til at de ikke har kommet lenger enn til forskningsstadiet.

Når det skal vurderes hvilke løsning som passer best for Norge vil vi ta i betraktning noen av de synspunktene Arno Mong Daastøl kom med under intervjuet. Slik han poengterte det kan det i flere tilfeller være svært mange nymoderne egenskaper som kan knyttes til et PRT system. Ingeniører over hele verden har en tendens til å konstruere nye systemer med en haug av nye mer eller mindre nyttige sider. Dette gjør at systemene får for mange usikkerhetsmomenter til at politikere og private selskaper går til det skritt å sette i gang utbygningssjekter. Eksempler på slike "fine" nye ideer er lineære elektromagnetiske motorer som bl.a. skal benyttes i konseptet SkyTrain. Et annet eksempel er et svensk system der kjøretøy og containere skal kunne bli heist opp og ned til en hevet linje ved hjelp av et trekkspillformet heisesystem. Slike egenskaper kan være veldig kjekke hvis de virker, men hvis man skal få igjennom et PRT system og bygge det ut, må det benyttes eksisterende teknologi som er testet på forhånd.

Dersom vi ut fra det vi har funnet til nå skal finne "det beste systemet" kan vi eliminere de systemene som benytter alt for "revolusjonerende" midler. Vi står da igjen med de systemene som går på hjul. Det er da fortsatt svært mange løsninger som er under lupen. For å komme videre må sikkerhet, kjørekomfort og forskjellige sider ved selve banestrukturen vurderes.

Om vi tar for oss selve banen, kan den enten legges under bakken i tunnel, på bakkenivå eller være opphøyd på stolper.

Størrelsen på stolpene og banelegemene som skal benyttes i opphevede systemer må vurderes ut i fra hvilken vekt de skal tåle. Størrelsen har også noe å si for de visuelle sidene ved et system.

Når det gjelder sikkerhet og kjørekomfort er systemer der pensingen foregår i kjøretøyet å foretrekke. Det er nærmest utelukkende bare systemer med lukkede monorails som gir denne egenskapen. Grunnen til dette er at det da er umulig å spore av, samtidig med at skjøtene kan være ”sømløse”. Lukkede systemer gir også god beskyttelse mot vær og vind. Et system kalt SIPEM som er utviklet av SIMENS i Tyskland benytter hengende vogner fra en monorail. Dette har fungert i over 20 år!

Om pensingen skal overlates til kjøretøyet er det først og fremst PRT2000 og TAXI2000 som tilbyr dette. Det finnes flere andre som forsker på liknende systemer.

Når man står igjen med disse alternativene må man vurdere de mer spesifikke detaljene. Noe som er litt vesentlig er om kjøretøyene befinner seg over (stående) eller under skinnen (hengende). Om den er hengende kan den ikke bli ”vippet” av skinnen pga. vind eller lignende. Den vil også være lett å lage ramper for å få en planløs overgang til selve kjøretøyet. Dette kan hjelpe eldre og funksjonshemmede. Om et stående system benyttes vil det også være mulig med planløse overganger. Andre fordeler vil være at det er lett å laste på og av varer, for eksempel europaller. Vi har da funnet fram til at det er behovet som til slutt bestemmer hvilket alternativ som velges. Det vil uansett være et system som bygger på TAXI2000 teknologi eller tilsvarende.

RUF er ikke noen fullkommen PRT løsning, men hvis RUF klarer å overvinne sine pense problemer vil den være et svært attraktivt alternativ til PRT systemer som er bundet til en bane. RUF kan gi oss egenskapene til både personbil og PRT på en gang. Systemet er anerkjent over hele verden. Mange steder venter man bare på at det skal bygges ut et suksessfullt RUF system ”et annet sted” før man selv tar det i bruk.

Et av de få minusene med RUF, er at det krever store parkeringskomplekser. Dette er problemer som det også arbeides flittig med å løse. Om et RUF system velges vil ikke det fjerne behovet for PRT. Normale PRT systemer kan for eksempel benyttes inni selve byene, mens RUF benyttes både i og utenfor byene.

Hvordan blir fremtiden?

Det var litt om de tekniske sidene, deretter gjenstår de samfunnsmessige konsekvensene. Et sentralt spørsmål her er om vi vil gå ut i fra at alle tradisjonelle biler, tog, trikk osv. blir erstattet av PRT og/eller RUF? Dette er en svært lite trolig illusjon. I alle fall innen de neste 30 – 40 årene. For å finne et mer sannsynlig utfall kan vi resonere oss fram til hvordan utviklingen *kan* gå. Vi stiller oss da spørsmålet: Hvor vil PRT først komme? Det er helt klart at PRT i begynnelse vil bli utprøvd på små områder hvor det er relativt gode utsikter til å lykkes. Det er ikke bare politikere som er skeptiske til slike løsninger, også de som kan bli fremtidige brukere av systemet er skeptiske, dog ikke fullt så mye. Det er særdeles viktig at de første PRT systemene blir vellykket, også økonomisk, for at de skal bli vurdert utbygd andre steder.

Dersom slike småprosjekter, f. eks. et anlegg på et industriområde eller i en liten del av en by blir vellykket er det store muligheter for PRT utbygging andre steder. Dette fordi PRT kan gi gunstige følger som for eksempel kapasiteten til en 3 – 4 felts motorvei på én linje, frigjøring av landarealer pga. de smale skinnene og at de fleste systemene har mulighet for å være opphøyde. I tillegg er systemene stillegående og svært miljøvennlige. Når en linje er opphøyd forsvinner også den barriereeffekten som er ved tradisjonelle trafikkårer.

Som vi allerede har sett er det ulike positive og negative sider ved de ulike systemene, samtidig som det er mange likheter. Bl.a. innebærer noen av løsningene muligheter til å integrere stasjoner i eksisterende bygninger. Dette kan gjøre systemene mer attraktive og brukervennlige for kommende brukere.

Ut fra det vi nå har funnet ut, kan vi lage oss et bilde eller illusjon av hvordan fremtiden blir. PRT vil i begynnelsen egne seg godt som arvtaker etter trikk og T-bane. De første PRT systemene vil vi finne på flyplasser og store industriområder. Om kundene aksepterer de nye løsningene og alt fungerer, vil PRT fort spre seg til alle de største byene. Dette kan ligge 5 - 6 år inn i fremtiden, men det er også mulig at det ligger 30 – 50 år inn i fremtiden, eller aldri skjer i det hele tatt.. Sistnevnte gjelder særlig Norge, fordi styresmakten her i landet per i dag er meget pessimistiske til PRT generelt..

Men la oss fortsette med vår fremtidsvisjon. Vi har kommet til at PRT har blitt en akseptert løsning i byene. Utenfor byene er PRT ennå ikke et alternativ, fordi behovet ikke er stort nok til at det er økonomisk forsvarlig. Derimot vil RUF her finne et stort marked. Folk ønsker å ha egne biler, samtidig som de skal kunne komme raskt og sikkert inn til byene. En standard RUF vil kunne kjøre ca. 50 km på et fulladet batteri. På lengre avstander kan RUF skinnen benyttes. Man kan tenke seg at dagens jernbanenett omdannes til et RUF nett. Som vi allerede har sett blir en RUF ladet opp mens den befinner seg på en skinne.

Uansett om PRT og RUF kommer eller ikke, så vil dagens systemer bestå i lang tid fremover. Dette fordi nye systemer ikke uten videre kan ta over for de konvensjonelle trafikksystemene. Utviklingen i de ulike landene vil også gå i ulike retninger og i ulikt tempo. Så lenge det ikke finnes vedtatte normer og standarder på PRT og RUF vil det være nødvendig med de transportmetodene som finnes i dag.

Vi har nå funnet fram til en modell eller *visjon* om hvordan fremtiden vil bli. Videre vil vi gå dypere i konsekvensene av en slik utvikling og hvordan samfunnet ser på PRT teknologien i dag.

Hva blir konsekvensene av en eventuell utbygging av PRT?

Det er helt klart at byer vil få et helt annet preg hvis PRT blir tatt i bruk. Det meste av biltrafikken på gatenivå vil forsvinne. Dette gir tilsynelatende flere gode følger, men dette er ikke nødvendigvis tilfellet. Et prosjekt kalt SkyLoop som var under utvikling i Cincinnati i USA ble nylig nedstemt (den 25.09.01). En av grunnene var frykt for at menneskemengdene skulle forsvinne fra gatene og butikkene! Dette kan selvfølgelig være satt veldig på spissen av politikere, men må taes med i en betraktning av mulige følger.

De visuelle effektene kan det gjøres mye med. Skinnene kan i mange tilfeller farges for å matche miljøet de går igjennom. Kjøretøyene kan nærmest designes i uendelig mange variasjoner, akkurat som dagens biler. Det er dog enkelte holdepunkter som må oppfylles for de ulike PRT typene. Dette er så innviklet at vi ikke vil gå videre inn på det her. Poenget er at et PRT system ikke behøver å være sjenerende. De kan tilpasses miljøet.

Andre aspekter som gir konsekvenser for brukerne er: Et PRT system går i teorien nonstopp fra punkt til punkt, uansett hvor det skulle være på nettverket og passasjerene trenger ikke førerkort. Dette fordi PRT er et automatbanesystem der brukervennlighet er høyt prioritert. At systemet er en automatbane fører også med seg høy effektivitet og kapasitet på svært lavt arealbruk. Som tidligere nevnt avgir de også minimalt med støy. Andre sider av PRT som kommer brukerne til gode er hastigheten og sikkerheten som er i systemet. Dette er noen som blir gjort mulig av automatisering, og bruk av datamaskiner.

Så er det store spørsmålet: Er dette de egenskapene og fordelene som folk ønsker? Vil de kunne løse de problemene vi har i trafikken i dag?

Det er helt klart at PRT må benyttes av folket i stor skala hvis det skal kunne hjelpe på samfunnsproblemene.

Man kan spørre seg selv følgende: Jeg har 5 km til jobben og jeg bor i byen. Jeg har en personbil i garasjen, men jeg har også mulighet til å gå 450 meter til en PRT stasjon.

Hvilket alternativ skal jeg da velge?

Er dette noe man vurderer ut fra været? Eller kanskje ut fra humøret?

Hva er dagens situasjon i Norge?

Trass i alle fordeler og ulemper, er det stadig et spørsmål om et slikt system har en fremtid i Norge. I følge Statens Vegvesen vil dette ta tid. I en direkte konfrontering med dette spørsmålet fikk vi et relativt tvetydig svar. Alex Hagen fra Statens Vegvesen mente at det var vanskelig å svare på dette, ”det var både og” (*sic*). Ganske sikkert vil det ta 30 – 40 år før PRT virkelig kan få et gjennomslag i Norge. Dette fordi det virker som om Norge er et ganske konservativt land når det gjelder å prøve ut nye tekniske løsninger. Kanskje vi bare er litt forsiktige? Det trengs en god del forskning på området før det i det hele tatt vil være tenkbart å gjennomføre.

Ved vårt intervju med Arno Mong Daastøl fikk vi inntrykk av at Norge heller ikke har noe særlig kunnskap på dette feltet. Interessen hos det offentlige er svært lav når det gjelder PRT. Ved APM99 i København var Arno den eneste deltakeren fra Norge! Dette var en messe for teknologi rundt automatisk mennesketransport.

Når det gjelder kunnskapsnivået hos norske entreprenører er det en viss uenighet. Daastøl mener som sagt at kunnskapsnivået er lavt på det aktuelle området. Alex Hagen fra Statens Vegvesen mener norske entreprenører har nok kunnskap til dette og at dette ikke skal være noe problem.

En annen sak er at Norge ikke har noe produksjonsapparat for slik teknologi som her trengs. Dette kan selvfølgelig forandres på. Om Norge ville satset på å utvikle et PRT system og det produksjonsapparatet som ville trenges, kunne vi få en eksport av PRT teknologi til utlandet. Dette ville føre til nye norske arbeidsplasser.

PRT ble lagt opp som forslag til transportsystem på Fornebu. Dette systemet ble kalt SporTaxi og ble utformet av et firma der Arno Daastøl var hovedmannen. Dette firmaet gikk i oppløsning i løpet av november 2000. Daastøl lagde i perioden før dette to

søknader om PRT på oppfordring fra Samferdselsdepartementet. Grunnen til dette, var at Samferdselsdepartementet ønsket en utredning om PRT for å få mer kunnskap på området. Rapporten ble så overført til NorConsult, som fikk jobben med å utrede dette alternativet videre. Per i dag er ikke PRT en av de aktuelle løsningene på Fornebu. Dette først og fremst fordi PRT er et lite utprøvd og utviklet system.

Ut fra flere telefonsamtaler har det kommet frem at de er ute etter ”en mer håndbegripelig løsning, som er et trygt og relativt utprøvd system”. Sportaxi ble for mye forskning, og det var ikke det de var ute etter denne gangen. Alternativene som står igjen er bybane, buss og andre typer APM enn PRT.

Statens Vegvesen er et verktøy for Samferdselsdepartementet. Departementet sender diverse løsninger til Statens Vegvesen., som deretter rådfører Departementet om hvilke løsninger som egner seg best til den aktuelle oppgaven. De utformer senere en utredning på hvorfor de kom frem til akkurat denne løsningen. Det er Samferdselsdepartementet som har det avgjørende ordet i enhver sak. Det er også en av grunnene til at Daastøl ikke fikk igjennom sitt forslag om Sportaxi. Daastøl sitt arbeid ble sett på som ”ikke bra nok”. Han fikk ingen tilbakemeldinger på sitt arbeid, og ble heller ikke informert da saken ble overført til NorConsult.

Hvilke endringer vil skje i samfunnet hvis PRT blir en realitet?

Svaret på dette er selvfølgelig avhengig av flere variabler. Bl.a. vil det ha mye å si hvor fort utviklingen går og hvilke systemer som blir utviklet. Hvis PRT blir en realitet vil det uansett få konsekvenser. Først og fremst vil et slikt system ”stjele” passasjerer fra andre mer tradisjonelle midler som tog, trikk, buss og T-bane. Dette vil igjen føre til endringer i arbeidsplasser. Det er helt klart at en automatbane som PRT ikke vil trenge på langt nært så mange ansatte som dagens systemer. Dette fører nødvendigvis til at mange mister jobbene sine. Det samme gjelder drosjenæringen. Begge disse eksemplene er avhengig av den utbredelsen et alternativt system får og hvor fort det utvikler seg. Antakelig vil

utviklingen gå så sent at endringen i arbeidsmarkedet ikke vil merkes og samfunnet får tid til å tilpasse seg endringene.

De som står bak de tradisjonelle systemene vil bli mer påvirket, da disse blir rammet sterkt økonomisk. Det er Staten som i realiteten eier de fleste av de skinnegående systemene per i dag. Slik vil det sikkert være i fremtiden også. Det vil da bare bli en forflytning av kostnader og inntekter.

Staten er et organ som skal sørge for at vi får sikre, meningsfulle og nyttige løsninger på samfunnsmessige problemer. Noen stiller seg svært kritisk til nye løsninger, det være seg eldre, uføre, konservative eller staten. AT staten er involvert betyr ikke nødvendigvis at de ikke er villige til å prøve noe nytt, men de tar ofte i bruk lange forskningsprosesser for å være sikker på at alle fakta kommer på bordet. I nytt terreng kreves det mye arbeid, fagfolk, tålmodighet og presisjon før man eventuelt kommer frem til et entydig resultat. Det er likevel ikke alltid at man kommer frem til noe nyttig eller produktivt. Staten bruker utredningene som sagt til å få alle fakta på bordet og til å vurdere risikoen og lønnsomheten ved de forskjellige prosjektene. Det er kanskje derfor man tyr til lettere utveier eller løsninger som er anerkjent og i bruk andre steder. I et slikt tilfelle tar man ingen sjanser, med det mener vi at man vet omtrent hva det er man begir seg ut på, hvor mye det vil koste og hva slags resultat som foreligger etter endt arbeidsøkt. Staten vil for eksempel vite omtrent hvor mye penger og ressurser de trenger å bruke for å gjennomføre et slikt prosjekt. De vil da være relativt sikre på et brukbart resultat. Det er i lengden nyttig, smart og sparsomt på de aller fleste områder. Hvis staten fikk velge, ville de vel ha valgt den enkleste løsningen, og sagt seg fornøyd med det?. På den annen side så hadde et slikt synspunkt hemmet en nasjons evne til å kunne utvikle seg teknologisk.

Et annet spørsmål kan være: ”Hvorfor bygger ikke privatpersoner dette på egenhånd?” Her er vi inne på noe av de samme problemene som staten ville ha stått ovenfor. Også privat må utrede blant annet konsekvenser, risiko og økonomi og dette i seg selv koster penger. I tillegg må man ta med i vurderingen om folk kommer til å bruke den nye teknologien, eller om de vil holde seg til de konvensjonelle transportmetodene. Vi må

ikke glemme at Bil, buss, tog og trikk er transportmidler som folk i Norge, og da spesielt Oslo, har forholdt seg til i mange år. Det er derfor lettere sagt enn gjort å forandre på folks vaner innen transport.

PRT-systemene har en rekke fordeler, blant annet at de ikke opptar noe særlig stort med areal. Det gjør at vi slipper å ødelegge eller oppta store grøntområder rundt omkring. Vi trenger ikke å rive ned noe for at det skal få plass, vi kan rett og slett bygge over fornøylesparken, hvis det skulle være nødvendig. Systemene kan eksistere uten at den hverdagen vi er vant med skal forandres i stor grad, i alle fall til å begynne med. I tillegg er systemene pene å se på og har ikke noen nevneverdig høy støyfaktor slik t-banen for eksempel har. Rent teoretisk kan det hende at det er mindre kostbart å lage et helt nytt PRT-system, enn å bruke millioner av kroner på å renovere eller pusse opp gamle løsninger. Man må likevel ta hensyn til at dagens systemer er nøye prøvd ut og har ”satt seg”. Verksteder er opprettet og man har opparbeidet seg ekspertise på området. Selv om PRT er en god ide, ville det fått enorme konsekvenser samfunnsmessig hvis man la om fra tradisjonelle transportsystemer til PRT på kort tid. Det gjelder derfor å ta en ting av gangen. Det er også viktig å se på hvordan man løser problemene med økt trafikk. Samfunnet blir ikke nødvendigvis bedre av å løse et teknologisk problem med enda mer teknologi. Den franske teknologifilosofen Jaques Ellul analyserer teknologiens sosiale autonomi. Et av hans hovedpoenger er at i den moderne kulturen blir samfunnets problemer i økende grad definert som teknologiske og forsøkt løst gjennom teknologi. Det skaper en sirkel der teknologiske løsninger skaper nye problemer som blir forsøkt løst teknologisk, som i sin tur skaper nye problemer. Det er åpenbart at en tendens til at samfunnsproblemer langt oftere omdannes til teknologiske utfordringer enn til politiske eller kulturelle. (Andersen og Sørensen, 1994). Kanskje man heller skulle sett på andre løsninger enn ny teknologi, for å løse dette trafikkproblemer?

PRT er en av de mest fleksible løsningene vi kan tenke oss, med den teknologien og kunnskapen vi har tilgjengelig, både nasjonalt og internasjonalt. Løsningene tilbyr komfort, stor tilgjengelighet og en viss grad av privatliv. De kan nesten brukes som din personlige bil, bortsett fra at man ikke trenger ”lappen” for å benytte seg av en av disse

”vidunder-vognene”. De er nemlig datastyrte og brukervennligheten er høyt prioritert. De er også praktiske for de som er utviklingshemmede eller uføre, siden det er godt nok med plass til at en med rullestol kommer seg trygt inn med følge, om det er ønskelig. En annen fordel er at vi slipper å bli forsinket hver gang vi skal rekke noe spesielt. Med de moderne baneløsningene trenger ikke mennesket å vente på banen, banen venter nemlig på oss, og vil føre oss trygt og effektivt dit vi måtte ønske. Vi spør: ”Hvem er det som orker å stå som sild i tønne i mer enn en halvtime, når du nettopp har sluppet fri fra jobb eller skole?” I rushtiden vil det gå så mange vogner at det vil være nok av plasser for alle. Prikken over i-en er at PRT systemene er miljøvennlige i tillegg. Hvis man er usikre til å begynne med, behøver man ikke å lage noe særlig stort system. Hvis man begynner i det små, har man muligheter til å bygge videre på et nettverk hvis det skulle bli en suksess. Vi kunne for eksempel ha begynt med et lite tettsted, for så å kunne sveise det sammen med en storby, på denne måten binder vi byer og tettsteder sammen.

Hvis det blir billigere å reise med offentlig transport, så er det sikkert flere som benytter seg av tilbudet. Dette vil da forhåpentligvis føre til at mye av den allerede så overbelastede biltrafikken får et pusterom, og at mange av bilene blir borte fra motorveiene. Her åpner det seg nye muligheter. Som sagt mener vi at PRT i utgangspunktet passer som et tillegg til eksisterende transportmidler. Hvis man la opp til at flere skulle bruke offentlig transport, ville PRT vært en fin løsning for å avlaste de andre systemene.

Ikke bare er PRT fleksibelt, men også praktisk. Vi kan dekke store landområder uten å måtte gå fra punkt til punkt på rette linjer. Vi kan med PRT-løsninger kjøre i svinger på (nesten) alle mulige måter, og de er langt mer sofistikerte enn de trikkene og togene vi i dag ser på skinner ute Hva er da problemet? Hvorfor ser vi ikke PRT-løsninger hvor enn vi går? Og hvorfor vet folk så lite om en slik genial løsning?

PRT-løsninger er en visjon i Norge, de har aldri funnet sted i Norge, og staten var sent ute med å hente inn informasjon om denne typen løsninger. Det er som sagt et lite utprøvd system, med manglende referanser og manglende oppslutning, særlig i Norge. De PRT-

løsningene vi hittil har sett på har vanskeligheter med tung transport. Vi kan derfor tenke oss at motorveiene kunne bli brukt for tyngr transport, men er det da noen vits i å lage et system som løser et problem, samtidig som det lager et nytt?

Risikofaktoren vil alltid være til stede, enten det gjelder trafiksikkerhet eller det gjelder menneskesikkerhet. Det er også et visst spørsmål om hvor vidt vi greier å skaffe nok energi til veie. Hva skjer dersom noen befinner seg i en PRT 20 meter over bakken og ikke kommer seg verken fram eller tilbake? Hva skjer dersom det begynner å brenne i en slik vogn, og vi er helt alene? Det blir sikkert tatt forhåndsregler for slikt også, men det er avhengig av at vi får forsket litt på dette før det kan settes ut i livet. Uten planer/forskninger, er eneste mulighet å bruke ideer fra utlandet, noe som ikke er særlig aktuelt uten grundige utredninger.

Tom Alex Hagen og Arno Mong Daastøl ville trolig svart svært så forskjellig på vårt spørsmål om det ut i fra disse konsekvensene ville være en mulighet for utbygging av PRT i Norge. Dette er fordi de er farget av sine stillinger og har helt forskjellige rammer å forholde seg til.

Konklusjon

Vi har etter nøye diskusjon i gruppen kommet frem til at det finnes altfor mange positive sider ved denne saken til at det kan sees bort ifra. Det finnes dogs mange hindre som må overvinnes på veien. Hvis vi må svare ja eller nei på spørsmålet ”har PRT noen fremtid i Norge?” vil vi svare et forsiktig ja, men kanskje ikke i den aller nærmeste fremtid.

Kilder:

- <http://sportaxi.com>
- <http://faculty.washington.edu/~jbs/itrans/PRT>
- <http://www.taxi2000.com>
- Arno Mong Daastøl
- Statens Vegvesen Akershus region Øst.
- Alex Tom Hagen v/Statens Vegvesen
- <http://cprt.org>
- <http://www.skyloop.org>
- Diverse Videoer av PRT.
- Ledelse og Tenkologi(Forfattere: Levin, Fossen og Gjersvik forlag: Gyldendal, 1. utgave, 1994)
- Frankensteins dilemma(Forfattere: Andersen og Sørensen Forlag: Gyldenldal, 2. opplag, 1994)
- Prosjektarbeid(Forfattere: Andersen og Schwencke Forlag: NKI-forlaget, 2. utgave 1. opplag, 1997)