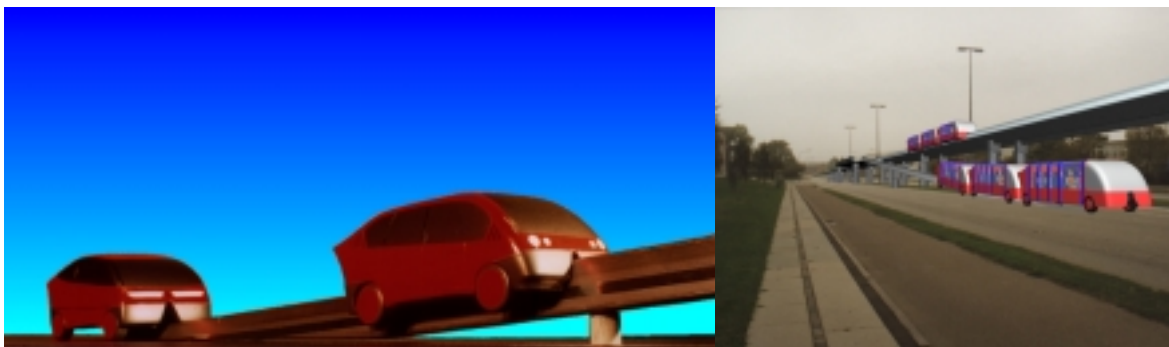


## RUF visioner og realiteter

Civ.ing. Palle R Jensen  
RUF International  
Rødovre Centrum 155  
2610 Rødovre



Den vision om RUF, som nu er ved at blive realitet, kan kort beskrives således:  
”Det er muligt at springe til et nyt niveau i transport kvalitet”

### Det nye niveau er karakteriseret ved bl.a. følgende egenskaber:

- **Dual-Mode princippet.** Herved er det muligt at bruge systemets køretøjer på to forskellige måder hvoraf den ene tilgodeser fleksibiliteten mens den anden sørger for effektiviteten og miljøvenligheden.
- **Små enheder.** Mange små enheder passer bedre til menneskers rejsebehov og der kan opnås samme størrelsesorden af kapacitet på denne måde som ved få store enheder. Fremstillingsprisen kan sænkes ved masseproduktion. Driftomkostningerne kan holdes på et fornuftigt niveau ved hjælp af automatisering overalt hvor det er muligt.
- **Modul-tankegangen.** Opbygningen af skinnenettet ved hjælp af færdigproducerede moduler placeret på master af variabel højde, giver store besparelser på anlægsomkostningerne.
- **Elektrisk drift,** både ved vejkørsel og ved skinnekørsel. Kombinationen af skinnestrøm til opladning og batteridrift ved vejkørsel gør elektrisk drift attraktiv og løser batteriproblemet.
- **IT integration.** Herved udnyttes IT mulighederne fuldtud til f.eks. ruteplanlægning, elektronisk betaling, ON-line arbejde under pendling og



kommunikation mellem brugere og system. Netværks-tankegangen i skinnenet planlægningen kan også give nogle system fordele f.eks. mht. pålidelighed.

## **Implementerings strategi.**

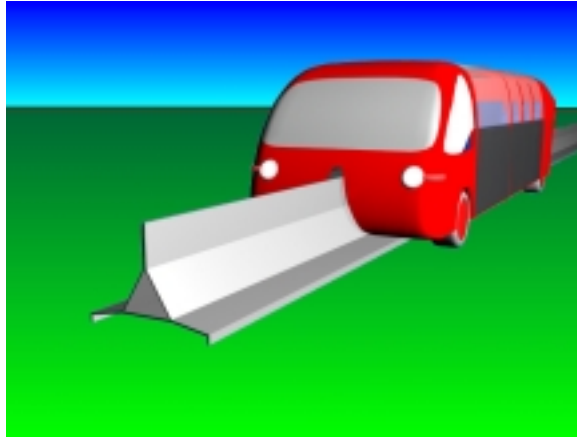
Normalt er det meget vanskeligt at indføre nye systemer, som kræver både en offentlig infrastruktur og individuelle købers valg.

Da et RUF system er sammensat af forskellige typer køretøjer, kan der defineres en realistisk implementerings strategi som følger:

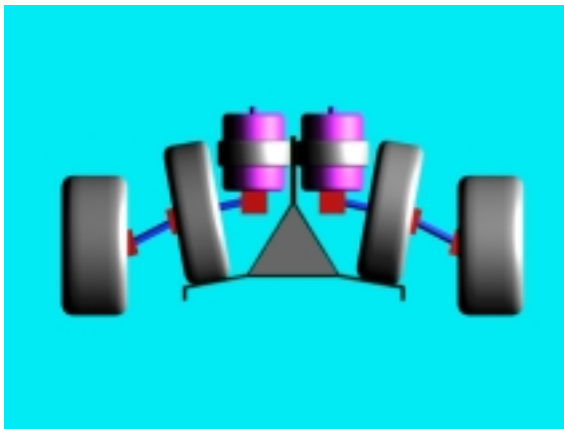
- Systemet startes som et rent skinnebaseret system til afhjælpning af mangler ved et eksisterende togsystem. Det kunne f.eks. være en ringbane i København. Små maxi-ruf'er vil med meget hyppige afgang kunne tilbyde særdeles attraktiv forbindelse mellem S-togs grenene. Ventetiderne vil være lave og komforten vil være meget høj.
- Næste skridt vil være at erstatte en planlagt jernbanestrækning med et skinnebaseret RUF system. F.eks. kunne pendlerproblemet i Ringsted let løses ved hjælp af en RUF bane placeret langs den eksisterende jernbanekorridor. Det vil blive billigere end at bygge en ny jernbane, og trafikbetjeningen vil blive betydelig bedre i kraft af hyppige afgang og høj komfort.
- Denne type forbindelse kan derefter forbedres ved at udnytte maxi-ruf'ens mulighed for at køre med chauffør rundt i byen som en telebus. Herved vil offentlig transport blive i stand til at tilbyde dør-til-dør transport betydelig billigere end taxi og langt mere miljøvenligt og hurtigt.
- I de indre bydele kan systemet nu desuden realiseres som sporvogn. Det vil være billigere og mere komfortabelt end bus løsningen.
- Endelig vil bilfabrikanterne finde et attraktivt marked og begynde at producere ruf-biler til brug på skinnesystemet. Nogle vil være født som hybrid-biler, andre vil benytte den elegante hybrid enhed til at forlænge ruf'ens rækkevidde til det samme som bilens.
- I sidste fase, hvor bilindustrien har presset politikerne til at udbrede skinnenettet overalt (med en masketørrelse på 20 km på landet og 2-10 km i byen), vil godstransport via programmerede RUF containere overtage en stor del af godstransporten fra jernbaner og motorveje.

## **De tekniske løsninger (hvoraf flere er patenterede), som gør dette muligt er bl.a.:**

- **Den trekantede monorail.** Den gør det muligt på en simpel måde at skifte mellem vejkørsel og skinnekørsel ved 30 km/t. Dens udformning giver en meget høj stabilitet og afsporinger er utænkelige. Skinnens udformning tillader variabel friktion og dermed stejle stigninger. Sikkerhedsafstandene kan minimeres ved hjælp af den patenterede skinnebremse og dermed kan høj kapacitet opnås. Skinnens tværsnit repræsenterer en optimal form, der minimerer visuelt indtryk og samtidig maximerer bæreevne og vridningsstivhed.



- **Drivsystemet** er baseret på 2 elmotorer af typen switched reluctance. Det sikrer en meget pålidelig drift og letter styringen over et meget stort område af omdrejningstal. Motorens roterende felt sikrer en meget præcis styring af ruf'erne under sammenkobling. De 2 drivsystemer (højre og venstre) driver både vejhjul og skinnehjul. Der kan være drivsystemer både for og bag, men der vil altid være et system foran. Skinnedrivhjulene er ophængt således, at de kan åbnes eller lukkes efter behag. De er åbne mens ruf'en kører op på skinnen, men så snart skinnen er detekteret, klemmer de sammen om toppen af skinnen og leverer trækraft på skinnen. Hvis der er behov for ekstra trækraft, klemmes der blot hårdere mod skinnen hvorved der skabes større friktion således at større trækraft kan leveres.

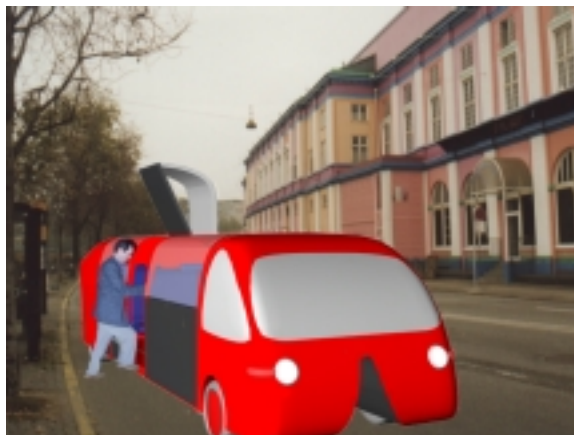


- **Skinnebremsen.** Nødbremsning foregår ved at klemme et par bremsesko direkte mod skinnen. Da klemmekraften kan øges ubegrænset, er der ingen overgrænse for den opnåelige bremsekraft. Det bliver passagerernes komfort, der begrænser kraften. Der regnes med 1 G. Sne og is vil ikke være særlig generende da bremsefladerne er lodrette.
- **Magnetstyring** af ruf'erne på vejen foregår ved at 2 ledninger nedlagt i vejbanen udsender et magnetfelt, som kan aflæses af en føler, som kan mærke om ruf'en kører midt i feltet. Da der kan etableres felter med forskellig frekvens, kan der laves skiftespor med flere mulige retningsvalg ved hjælp af denne teknologi. En

tilsvarende teknologi anvendes til at styre kanal-tunnelens service-køretøjer gennem service-røret ved 50 km/t. De har nu kørt over 1,5 million km uden problemer.



- **Skinnestrøm.** Strømforsyning af ruf'erne via skinnen løser det batteriproblem, som hindrer elbilers store udbredelse. Moderne batterier kan oplades fra 10 til 70% på 15 minutter uden at det går ud over levetiden. På denne måde kan ruf'en nøjes med meget små batterier. Til at forøge rækkevidden i områder uden skinne, tilbydes ruf-ejerne at kunne montere en extra hybrid-enhed i det hulrum, som er tilgængeligt når ruf'en ikke er på skinnen.
- **Maxi-ruf'ens døre** er helt specielle og meget brugervenlige. De foldes opad på en måde som giver meget let adgang til sæderne. Alle passagerer sidder ned når bussen starter. Der er ingen ståpladser. Det er ideelt for ældre og gangbesværede.



- **Stationerne** langs en maxi-ruf linie er indrettet sådan at al passagerbevægelse foregår i gadeplan. Hver maxi-ruf kører til sin egen perron hvor al bevægelse er ufarlig. Stationen er off-line, dvs. de fleste maxi-ruf'er kører forbi med 30 km/t. Kun de vogne, der har passagerer til den pågældende station kører fra. Der er ingen fare for at blive kørt ned når man står parat til ombordstigning. En langsom påstigende passager opholder kun een vogn. Alle de andre kan fortsætte uanfægtet.
- **IT** anvendes overalt hvor det er muligt. Betaling sker elektronisk. Betalingen gøres afhængig af det ønskede serviceniveau. Dør-til-dør transport koster mere

end hvis man er villig til at gå til et opsamlingssted og evt. skifte undervejs. Dial-a-ruf systemet anvender dynamisk ruteplanlægning. Ruf'ens computer bruges som instrumentpanel under vejkørsel. På skinnen er den koblet på Internettet så pendleren kan starte sit arbejde allerede ved skinnens start. Tilbehør i form af smart-box med indbygget datadisply kan løse et utal af transportrelaterede opgaver samt adskillige andre. Den kan indeholde elektroniske penge (genopladelig i banken), den kan betjene systemer via infrarød kommunikation ligesom TV fjernbetjeningen. Den fungerer som mobiltelefon. Den har indbygget GPS til angivelse af position. Den har alle de sædvanlige funktioner: kalender, ur, telefonbog, diktafon, regnemaskine osv.....



## **Bruger – visioner:**

### **Fru Hansen skal til byen**

1. Hun ringer på et bestemt nummer hos Hovedstadens RUF selskab (HR) svarende til destinationen. Da det er et sted hun tit skal til, har hun nummeret indkodet på sin gamle Danmark 2 telefon. RUF centralen kan af det kaldende nummer se hendes adresse, og udregner hurtigt køredata og ringer retur og fortæller tidspunktet for afhentning. Fru Hansen er ikke så godt gående, så hun vælger den mulighed at få lov til at blive siddende i det samme sæde hele vejen. Det koster lidt mere end ellers, men er langt billigere end en taxi. Betalingen er sket via telefonregningen. Umiddelbart før ankomsten ringer telefonen 2 gange hurtigt efter hinanden.
2. Mens maxi-ruf bussen standser op ved hendes gadedør, kan hun se at foldedøren ved eet af sæderne åbner sig. Hun går hen til døren og sætter sig direkte i sædet, trykker på OK knappen og døren lukker og bussen kører lydløst videre. Da bussen er elektrisk er der ingen gearskift så kørselen er meget behagelig. Hun husker med gru tilbage på den tid hvor hun skulle kæmpe med at komme ombord i een af de store gamle busser og klamre sig til alting på vej til sædet, mens chaufføren accelererede og drejede.
3. Maxi-ruf'en stopper typisk 4 steder undervejs til skinnen, men det er altid spændende at se hvordan turen er lagt denne gang. Turen til skinnen er kun et par km lang og det tager ca. 5 minutter. Chaufføren er afslappet og høflig. Der er ingen køreplan som stresser ham og han skal ikke tage sig af betalingen. Ved

ankomsten til skinnen stiger chaufføren ud og holder sig en lille pause indtil han kører en ny runde i en anden maxi-ruf.

4. Fru Hansens maxi-ruf bliver nu en del af et lille tog som kører til byen med en gennemsnitshastighed på 122 km/t. RUF systemets kørselsrytme gør, at toget cirka hver 5. km sænker farten til 30 km/t, men det stopper først når det er kommet til byen. Rytmen gør det let at følge med i, hvor langt man er kommet. Sæderne i maxi-ruf'en er enkeltsæder, så hun kan hygge sig hele vejen uden at blive generet af anmasende medpassagerer.



5. Ved Nørreport forlader maxi-ruf'en skinnen, men fru Hansen bliver siddende. Maxi-ruf'en bliver kørt hen til en række andre maxi-ruf'er, der skal i samme retning gennem byen. Nogle stiger af, og nye passagerer stiger på. Når der er samlet 4-6 maxi-ruf'er og en chauffør har sat sig i den forreste, starter turen gennem byen ligesom i de gode gamle dage hvor der kørte sporvogne. Da batterierne er blevet opladte ved turen på skinnen, er det ikke noget problem at krydse gennem byen på batteridrift. Det betyder at der ikke er nogen luftledninger, et aspekt som Foreningen til Hovedstadens Forskønnelse sætter stor pris på. Der er heller ingen skinner i vejbanen, da der køres på gummihjul, et aspekt som Dansk Cyklist Forbund roser i høje toner. Anlægget af sporvognsnettet har været meget billig. De eneste nødvendige ændringer ligger ved stoppestederne, som kræver udvidelse af fodgængerfelterne ved en lyskurve, samt ved skarpe sving hvor der styres ved hjælp af magnetfelter fra kabler i vejbanen.
6. Fru Hansen nyder turen med sporvognen som efter et par stop bringer hende tæt hen til hendes destination inde i den indre by, som nu er bilfri og pragtfuld at opholde sig i.

### **Hr Petersen skal på arbejde.**

1. Han går ned til sin ruf, som står i garagen og er blevet opladet natten igennem. Her er strømmen billig, og da batterierne er små, kan han klare sig med den almindelige elektriske installation. Temperaturen er tilpas, da klimaanlægget har tempereret den umiddelbart før afgangstidspunktet (forprogrammeret).
2. Han kører uden startproblemer. En elmotor er langt simplere og mere pålidelig end en benzinmotor. Der er ingen støj, til stor glæde for de naboer som endnu ikke er stået op. Der er heller ingen koldstart emissioner, til stor glæde for nærmiljøet.

3. Han kører hen til skinnen hvor ruf'en viderebringer information om, at han skal på arbejde. Ruf'en checkes for at sikre sig at de mekaniske dele til skinnekørslen er i orden. Det sker mens han kører op på den korte adgangsskinne. Hvis der er en fejl bliver han nægtet adgang til hovedskinnen, og han må så bruge vejnettet i stedet. Med næsten 50 km rækkevidde er det heller ikke det store problem, men skinnekørselen er langt hurtigere og behageligere.
4. Oppe på skinnen bliver der dannet et tog af en passende længde svarende til om det er myldretid eller ej. Hr. Petersen kommer til at køre midt i et 10-ruf tog, som det tog mindre end 30 sekunder at danne på grund af den hurtige tilstrømning. Ventetiden (15 sek) er mindre end ved at holde for rødt lys. Toget speeder op til 150 km/t og kører mod byen. Da hr. Petersens arbejdsplads ligger i en anden omegnskommune, skifter han skinne undervejs. Systemet ved hvor han skal hen, så det sørger for, at han i god tid inden skiftet bliver koblet fri af toget, så der er "luft" både for og bag hans ruf i det øjeblik han bliver kørt fra den første skinne til den næste. Inden ruf'en forlader skinnen styres vejhjulene af det magnetfelt som svarer til hans nye retning. Hastigheden er sænket til 30 km/t og skiftet sker helt uden at han mærker det.

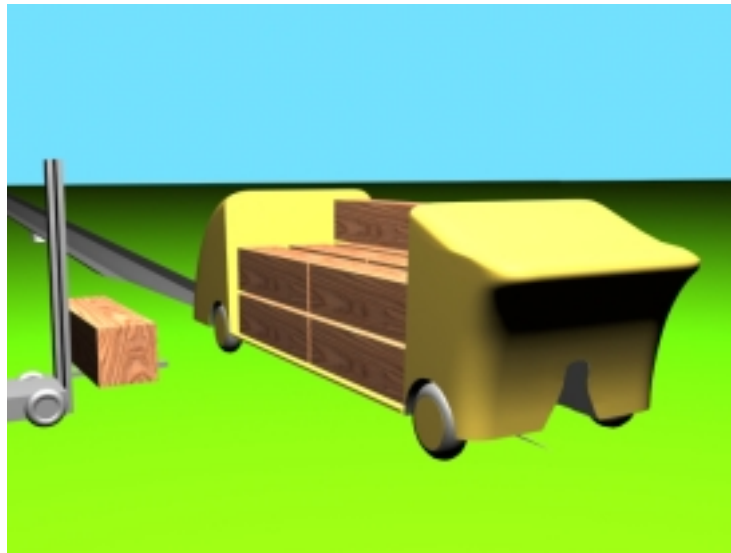


5. Normalt forløber turen på samme måde, men en gang imellem omdirigerer systemet ham til at bruge alternative veje til sit mål. Det kan skyldes, at der arbejdes på en skinnesektion. Da strukturen er som et netværk, har det ikke de samme konsekvenser som i et gammeldags togsystem. Turen bliver måske lidt længere, men det er ikke noget stort problem.
6. Mens han pendler via skinnenettet, er han koblet på Internettet, så han kan checke sin mail på ruf'ens dataskærm. Han ankommer således udhvilet og velforberedt til sit arbejde. Faktisk får han løn for tiden på skinnen, da han reelt er på arbejde. Det som i gamle dage regnedes som en udgift på 50 kr/time tæller nu som lønindkomst.
7. Når ruf'en forlader skinnen checker den først, om han er vågen. I modsat fald, træder nød-parkerings proceduren i kraft. Ruf'en bliver automatisk kørt ind på en parkeringsplads, og hvis det ikke lykkes at vække ham, bliver der tilkaldt hjælp.
8. Petersen kører nu nogle få km til sin arbejdsplads. Batteriet er blevet opladet under skinnekørselen, så der er masser af rækkevidde.

9. Hjemme igen behøver han ikke at have dårlig samvittighed ved at bruge ruf'en til lokale smut-ture, da den jo er en elbil uden koldstartproblemer. Han cykler dog helst, når vejret tillader det.

### **ACME A/S fungerer efter Just In Time princippet.**

1. Firmaet har underleverandør aftaler med en lang række europæiske produktionsvirksomheder. Planlægningen er blevet stærkt forbedret, da leverancerne via RUF skinnenettet når rettidigt frem uanset vejrliget og uafhængig af motorvejstrafikken og dens uforudsigelighed.
2. En stor del af den langsomme godstrafik på vejene og især på jernbanen er blevet erstattet af et RUF-container system med en fælles standard worldwide.
3. Containerne er moduler, som passer ind i køre-enhederne, som dermed kan udnyttes optimalt. Der er ingen hviletidsregler der skal overholdes, da alt kører fuldautomatisk via skinnenettet.



4. Der køres fortrinsvis om natten og udenfor myldretid. Da hastigheden på de lange stræk kommer op på en tophastighed på 200 km/t og der er mindst 20 km mellem skinnekrydsene, bliver den gennemsnitlige hastighed meget høj. En tur fra Syditalien til Nordsjælland vil kunne klares på 16 timer. Dvs. at en sending der afsendes ved arbejdstidens ophør kan være fremme ved arbejdstids begyndelse 3000 km væk.
5. EU's sammenhængende RUF netværk giver EU en kæmpemæssig effektivitetsfordel fremfor USA, hvor politiske slagsmål har forsinket opbygningen af et tilsvarende netværk.
6. Miljøbelastning og støj fra systemet er meget lav, og ulykkesantallet ved varetransport er reduceret drastisk. Motorvejene er blevet befriet for en stor del af lastbiltrafikken, og i det hele taget er deres rolle stærkt reduceret.
7. Fødevarer kvaliteten er steget markant. Friske solmodne tomater kan komme fra producent til salgssted på mindre end et døgn og uden omladning. Kørselen er uden unødige stød på grund af den glatte skinne.



## **Bymiljøet i de store byer er blevet væsentlig forbedret.**

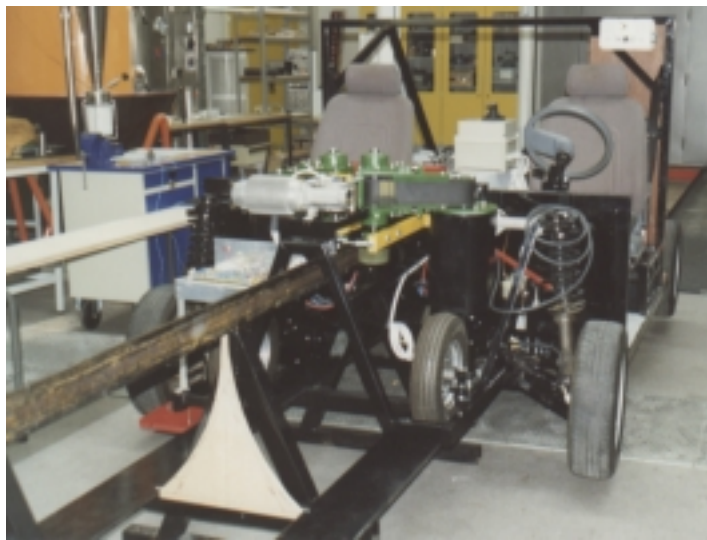
1. Elektriske ruf'er og maxi-ruf'er har overtaget hovedparten af trafikken til stor glæde for luftkvaliteten og støjniveauet. Der er blevet udviklet specielle lydchips, som ruf'erne bruger til at udsende små lyde i køreretningen for at advare om, at de nærmer sig.
2. Hastighedsgrænsen for trafikken i gadeniveau er faldet til 30-40 km/t. Til gengæld kommer ruf'erne hurtigt frem via skinnenettet. Ulykkestallet er faldet markant.
3. De fleste af skinnerne er anbragt langs med eksisterende trafikårer, men efterhånden som accepten af systemet stiger, er der dukket flere skinner op i midten af de brede veje. Den gamle bydel er dog helt friholdt. Her betjener ruf-sporvognen trafikanterne. Det er blevet forbudt at køre i andre motorkøretøjer end elektriske køretøjer i den indre by. Cyklerne har fået fine betingelser.
4. Den kollektive trafik baseret på maxi-ruf'en er blevet så populær, at mange vælger ikke at købe en bil. Antallet af P-pladser i byen har derfor kunnet sænkes markant.



## **Realiteterne:**

For at visionerne kan blive til virkelighed, er det nødvendigt at kunne demonstrere at Dual-Mode princippet lader sig realisere. Det har ikke været prøvet noget sted i verden på nær nogle meget spæde forsøg i USA omkring 1970.

Med det formål at bygge en testbane for RUF, er der indledt et samarbejde mellem RUF International og Ingeniørhøjskolen i Ballerup. Der er opnået støtte til et projekt med et budget på ca. 8,5 millioner kr. Hovedsponsorer er Energistyrelsen, Miljøstyrelsen, Undervisningsministeriet og Designfonden. Derudover er en lang række firmaer sponsorer på projektet. Disse omfatter pr. juli 99 bl.a.: Mogens Balslev A/S, Siemens A/S, NES A/S, SEMCO A/S, Tryg Baltica, Migatronik A/S og Hawker Batteries.



Efter en række besværligheder er det nu lykkedes at skabe den første ruf i verden og få den til at køre fra vej til skinne uden problemer ved lav hastighed.

Der har været stor udenlandsk medieinteresse for projektet, og en meget positiv omtale af systemet har været sendt på den tyske satellitkanal Pro7. En tilsvarende udsendelse på BBC World er planlagt til august måned 99.

Parallelt med testbane projektet, er der gennemført et udredningsarbejde i et samarbejde mellem RUF International, Institutet for Fremtidsforskning og CASA. Arbejdet er finansieret af Miljøstyrelsens Bytrafik udvalg. Resultatet af arbejdet vil til efteråret blive præsenteret ved et RUF-seminar på Københavns Rådhus hvor Trafikborgmester Søren Pind er vært for et arrangement i Festsalen.

I EU regi er RUF netop blevet udpeget som en "promising teknologi" når det gælder reduktion af kødannelser. Et større sammenlignende studie mellem forskellige systemer (kaldet RECONNECT) forventes afsluttet i januar 2000.

Som konklusion mener jeg at kunne slå fast at visionerne om RUF med sikkerhed vil blive realiseret i begyndelsen af det næste årtusinde.

Palle R Jensen