

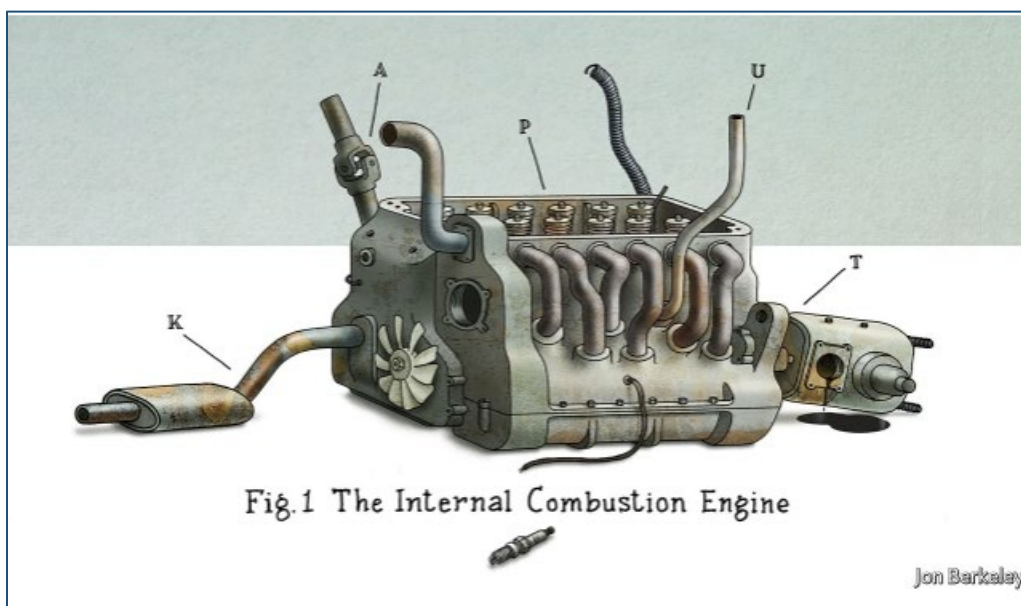
Utgått på dato...

... men med forventninger til hva som kan komme

Knut Samset

Motoriseringen

Fjorårets augustnummer av *The Economist* skrev på lederplass et informativt innlegg med tittelen «Roadkill». Merriam-Websters ordbok gir to forklaringer på dette ordet: (1) det er hva som ligger igjen på veien etter en overkjørsel. For eksempel når dagens trafikk har massert et uheldig pinnsvin ned i asfalten. Eller (2) det brukes om en person som er blitt offer for overveldende konkurranse og har gitt opp.



Kilde: *The Economist*

I dette tilfellet handlet det om forbrenningsmotoren som fenomen. Det slås fast at den er i ferd med å bli utradert til fordel for langt bedre teknologi. Det er noe vi har ventet på. Mange vil mene at forbrenningsmotoren for lengst har nådd pensjonsalderen. Da dreier det seg om mange tiår.

Oppfinnelsen ble patentert allerede i 1848 av William Barnet. Men den fikk sitt gjennombrudd først i 1884. Det skjedde i en konkurranse for selvdrevne kjøretøy der målet var å tilbakelegge distansen mellom Paris og Rouen, 126 kilometer, på kortest mulig tid. Det var 102 påmeldte kjøretøy, hvorav bare 21 kvalifiserte. De var drevet av damp, elektrisitet, olje, trykkluft eller hydraulikk. En av dem vant

overlegent. Det var det som var utstyrt med forbrenningsmotor. Resultatet var en sensasjon og sterk inspirasjon, og allerede året etter lanserte Karl Benz sin selvdrevne automobil, utstyrt med forbrenningsmotor drevet av gass.

Men dette var startskuddet for mye mer enn bilismen. Forbrenningsmotoren satte fart i den økonomiske utviklingen både i krig og fred, og fikk konsekvenser både på godt og vondt, gjennom hele hundreåret som fulgte.

Men representerte den noe nytt? Selvfølgelig ikke. Forbrenningsmotoren bygger på eksakt samme prinsipp som dampmaskinen, som var drivkraften bak den industrielle revolusjonen i hundreåret som var gått. Den viktigste forskjellen var arbeidsmediet, som tidligere var vanndamp under høyt trykk, denne gangen var brennbar gass eller væske. Likheten er slående. Motoren er fremdeles en mekanisk innretning med stempler koplet til en veivaksel, som gjør om lineær bevegelse til rotasjon. Den er slik sett en særdeles primitiv innretning. Den er i prinsippet ikke annet enn en mekanisk pumpe kjørt i revers. Bare tenk tanken. I en forbrenningsmotor skal hvert stempel bevege seg frem og tilbake med to bråstopp 1000 ganger i minuttet eller mer, avhengig av rotasjonshastigheten! Som i en Formel 1 bil kan komme opp i mer enn 20 000 omdreininger i minuttet! Eventuelle besøkende fra en av universets mer avanserte sivilisasjoner ville antakelig ledd seg i hjel om de hadde løftet på panseret og sett hva vi fremdeles bruker som drivkraft og arbeidsmaskin her på Jorden. De ville antakelig rangert vår sivilisasjon i nærheten av noe vi kaller nyere steinalder.

Den viktigste årsaken til det er at både dampmaskinen og forbrenningsmotoren har det til felles at begge har ekstremt lav virkningsgrad. Nesten uansett hva man gjør av forbedringer, så vil omtrent to tredjedeler av energien som tilføres gå tapt og forsvinne ut gjennom avgassrøret eller skorsteinen som varme. Det er en naturlov, som gjelder alle varmekraftmaskiner. Det gjelder også atomkraftanlegg som i prinsippet ikke er noe annet enn en dampmaskin. Både forbrenningsmotorer og dampmaskiner er også svært forurensende. Det er ingen grunn til å idyllisere de miljømessige konsekvensene av industriens bruk av dampmaskiner under den industrielle revolusjon. Drivstoffet var kull og koks, og luftkvaliteten i de store byene var den gang ekstremt dårlig og millioner bukket under for forurensningen.

Men problemet ble videreført. Med Henry Fords billige T-Ford, en forløper for den tyske folkevognen, eksploderte markedet for personbiler. Gjennom hele det forrige århundret førte det ikke bare til miljøforurensing, men til en pågående ombygging av hele samfunnet, med stadig større investeringer i veinettet, endrete bosettingsmønstre med drabantbyer, varehus, drive-in kinoer osv. Alt ble tilrettelagt for bilismen. Bilindustrien var viktig i økonomisk betydning, den var en generator for økonomisk utvikling og fremveksten av en raskt voksende middelklasse i USA og andre land.

Antall biler i verden passerte i 2010 én milliard. De er alle drevet med forbrenningsmotor. Hver enkelt motor er bare i drift en mindre del av døgnet, omtrent 4 prosent i gjennomsnitt i USA. Men den samlede motorkraften i den amerikanske bilparken, er om lag 10 ganger høyere enn landets samlede kraftproduksjon fra olje, tunge atomer, vann og vind. Kapasiteten er enorm, og svært dårlig utnyttet. Dette bidrar også til bildet om hvor galt det kan gå. Og at galskapen kan vedvare et helt hundreår.

Men den gode nyheten, ifølge redaktøren i The Economist, er at nå ringer bjellene for forbrenningsmotoren. Det vil gi gjenlyd over hele verden, og han mener at konsekvensene av dette vil bli tatt godt imot:

Elektrifiseringen

Elektrifiseringen vil kaste om på det meste, og skaper allerede nå både bekymringer og optimisme i bilindustrien. Man ser at elektriske biler er svært mye enklere å bygge og har færre komponenter enn dagens, de er nærmest å oppfatte som datamaskiner på hjul. En amerikansk V8-motor som er vanlig i større personbiler og nyttekjøretøy, for eksempel, veier nesten ett tonn og har mer enn 2000 deler. Potensielle mekaniske problemer står derfor i kø og venter på å slå til. Motoren i en elektrisk Tesla veier en brøkdeler og motoren har bare 20 bevegelige deler, men gir omtrent samme dreiemoment og sparker derfor nesten like mye fra i oppstarten når man trykker på gasspedalen.

Inntil nå har bilindustrien forsøkt å unngå det uunngåelige ved å produsere såkalte hybridbiler. Men det er å kaste blå i øynene på folk. Og tømme lommebøkene våre. For dette er ikke noe annet enn en bil med forbrenningsmotor som har en liten elektrisk hjelpemotor i tillegg. Og et lite batteri. Den går elektrisk i oppstarten, men forbrenningsmotoren sjaltes inn når man får opp farten eller batteriet begynner å tømmes. Forbrenningsmotoren gjør det meste av jobben det meste av tiden, og derfor bruker den bare marginalt mindre drivstoff enn en konvensjonell bil. Miljømessig blir resultatet omtrent det samme. Paradokset er at den er enda mer kompleks enn den konvensjonelle fossilbilen, og at det derfor er enda mere som kan gå galt.

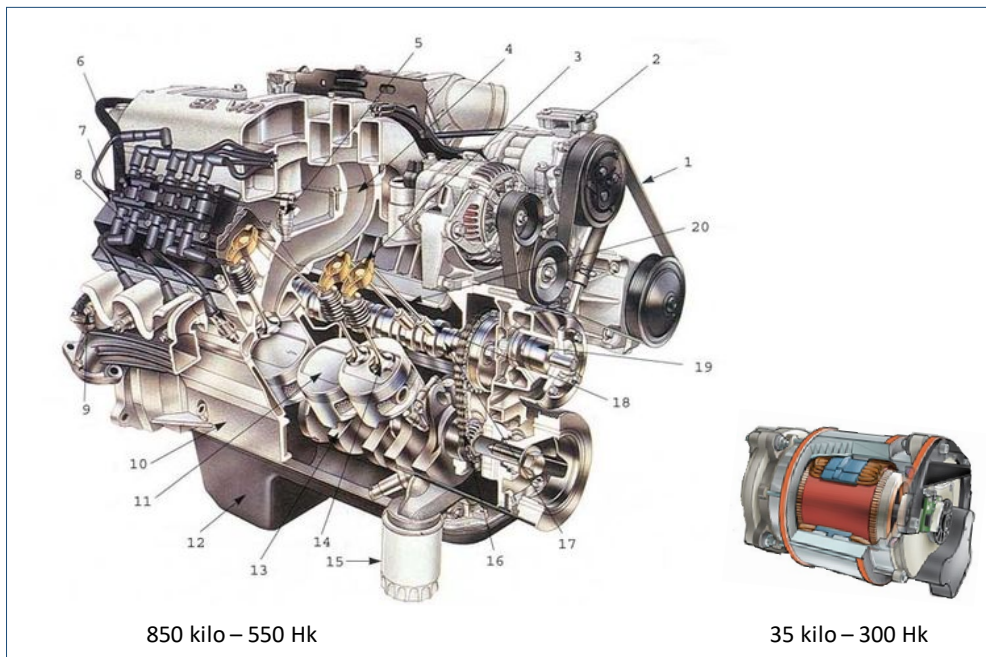
Men den mekaniske løsningen må nå vike for den elektriske. Dette har vi sett før. Vi så det da sveitsisk klokkeindustri ble offer for digitaliseringen. Urmakeryrket ble nærmest radert vekk og ordet «timepiece» dukket opp til erstatning for «watch». Forenklingen av fenomenet bil i tiden som kommer vil på samme måte bety færre arbeidsplasser ved samlebandene, og færre underleverandører til industrien. Samtidig blir det mindre som går galt, så markedet for vedlikehold, reservedeler og reparasjoner vil krympe enormt. Kompleksiteten og terskelen for å starte opp ny bilproduksjon vil være lavere, og fabrikkene vil i større grad enn tidligere måtte konkurrere på kostnader og pris. Det spektakulære forsvinner. Å utdanne seg til bilmekaniker i årene som kommer vil være galskap. Det går med dem som med urmakerne. De må finne på noe annet.

Men dernest kommer det helt store spørsmålet om hvorvidt folk flest fremdeles vil eie bil i tiden som kommer. Elektrifiseringen, sett i sammenheng med selvdrevne kjøretøy og en delingsøkonomi i utvikling, kan føre til at selve eierskapet til bil i stor grad blir erstattet med transport som en tjeneste. De mest ekstreme estimatene anslår at USA kan få en reduksjon av bilparken på så mye som 90 prosent innen 2030 (Tony Seba, 2017). Nabobil-konseptet i Norge utnytter kjøretøyene så effektivt at én eneste bil gjør nytte tilsvarende mer enn ti privateide. Og reduserer kostnadene for brukerne tilsvarende. Selvkjørende biler som henter folk hjemme og leverer på arbeidsplassen kan bli en realitet. Slike kjøretøyer i stadig bevegelse kan gjøre at behovet for parkeringsplasser blir mindre. Disse utgjør opp mot 25 prosent av arealet i enkelte byer. Følgelig kan trenden mot økt drabantbyutbygging snu.



Elektrifisering av bilparken vil bety mindre forurensning, men køproblemet vil fortsatt være der om man ikke gjør noe med det

Samtidig vil elektrifiseringen bety enorme fordeler for folk, miljømessig og helsemessig. Karbonavtrykket fra elektriske biler er omtrent halvparten av avtrykket fra bensindrevne, ifølge National Resources Defence Council i USA. I Norge, der nesten all elektrisk kraft er vannbasert, er tallet mye lavere.



Figurtekst: Snittskisse av General Motors 6,6 liter V8 Turbo diesel sammenliknet med el-motoren i Tesla model S. Den første har omtent 100 ganger flere bevegelige deler, og et ytelse/vekt forhold som er omtrent ganger 13 lavere enn den siste. Maksimalt dreiemoment er i samme størrelsesorden.

Når det gjelder luftforurensning vil det bli en enorm forbedring. Verdens Helseorganisasjon regner bilen som den største kilden til luftforurensning i de store byene, som fører til anslagsvis 3,7 millioner dødsfall per år. En amerikansk studie anslo at i USA er eksosutslipp fra bilene årsak til 53 000 dødsfall per år, mens omtrent 34 000 dør i trafikkulykker.

Ressursene

I tillegg kommer situasjonen som gjelder verdens oljeproduksjon. Bilparken i USA står for omtrent to tredjedeler av landets oljeforbruk. Det strides om når forbrukstoppen vil bli nådd. Oljeselskapet Shell anslår at det kan dreie seg om i overkant av et tiår. I en slik situasjon vil viljen til å investere i leting og ny utbygging av oljefelt avta. Spesielt gjelder det i områder der produksjonskostnaden vil være høy, som i Arktis. At den norske regjeringen fremdeles holder døren åpen for oljeutvinning i nord blir i lys av dette et paradoks. Samtidig vil land med lett tilgang til olje, som Saudi Arabia, presse på for å pumpe opp olje før det er for sent. Etterspørselen avtar, prisen går ned, og produsentene i Midtøsten vil få mindre innflytelse etter hvert.

Samtidig ser man en prisøkning på Litium. I 2011 kostet et tonn litiumkarbonat 4 000 dollar, i dag mer enn 14 000 dollar. Det samme gjelder kobolt og sjeldne jordmetaller som brukes i produksjon av el-motorer. Spørsmålet er om det vil gjøre et land som Chile til et nytt Saudi Arabia. Antakelig ikke, mener forfatterne, fordi litium ikke er en forbruksvare som olje og gass, men et råstoff som kan resirkuleres.

Samtidig ser vi at prisøkningen til tross, er litiumbatteriene blitt billigere. Kostnad per kilowattime har falt fra om lag 1000 dollar i 2010 til 130 – 200 dollar i dag. langt viktigere er det at det forskes intenst på ny batteriteknologi som kan endre bildet fullstendig både når det gjelder kapasitet og pris, om man lykkes. Karbonbatterier er ett av alternativene. Karbon er en ubegrenset ressurs, og et gjennombrudd der ville være godt nytt for oss all.

Det forskes også på fenomenet brenselceller som konverterer kjemisk energi direkte til elektrisk strøm. Brenselceller har ingen bevegelige deler og er enkle i fremstilling. Det finnes allerede en begynnende omsetning av elektriske biler som drives av hydrogengass eller alkohol. De er miljønøytrale og ikke avhengige av store pakker med litiumbatterier. Chiles «moment of fame and fortune» kan derfor vise seg å bli forholdsvis kortvarig.

The Economist mener at forbrenningsmotorer fremdeles antakelig vil ha en rolle i skipsfart og luftfart, men i veitrafikken vil de bukke under som det uheldige pinnsvinet. Artikkelen spår avslutningsvis at introduksjon av selvkjørende elektriske biler i vårt århundre vil bidra til forbedringer på mange områder, slik biler med forbrenningsmotorer gjorde det i forrige århundre. Men det vil være mange humper i veien, så det lønner seg å spenne sikkerhetsbeltet.



Figurtekst: Norge er i en særstilling med vår vannkraft som står for hele elektrifiseringen av landet og vel så det. Bare en liten del av elproduksjonen vil være tilstrekkelig til å drive hele den norske bilparken på strøm (TØI/Cicero, 2014)

Her hjemme registrerte vi i sommer at kinesisk eide Volvo gikk ut med en pressemelding om at allerede om to år er det slutt: deretter vil ingen nye biler som selskapet lanserer ha forbrenningsmotor.

Omsetningen av elbiler går foreløpig tregt, i fjor ble det solgt om lag 750 000 biler i verden totalt, eller mindre enn én prosent av nybilmarkedet. Norge er i ledelsen med omtrent 15 prosent av salget i fjor. Kina produserer omtrent halvparten av elbilene som blir solgt, og regner med at det vil være to millioner elektriske plug-in biler i verden i 2020. OPEC anslår at antallet elbiler vil ha passert 266 millioner innen 2040. Storbritannia og Frankrike har gitt uttrykk for at på det tidspunktet vil nye biler som bare drives av forbrenningsmotor være forbudt. Med Volvo's beslutning i minnet kan det skje mye tidligere.

Et sentralt spørsmål er hvor skal energien til å drive elbilene komme fra. En studie fra TØI i 2014 anslo at dersom hele den norske bilparken ble elektrifisert, ville den forbruke omtrent seks prosent av landets strømproduksjon, som, vil vi tro, er noe vi kunne leve godt med.

I land med mindre vannkraft og mere sol enn hos oss, det vil si de fleste land i verden, tenker man i retning av at mye av kraften kan produseres lokalt. Elbiler koblet til strømnettet kan representere en enorm kapasitetsbuffer nasjonalt for lagring av strøm som produseres på dagtid. Samtidig kan kraftproduksjon på husholdsnivå, for eksempel med solceller, gi et betydelig plussbidrag til samfunnet, som vi ser blant annet i Tyskland. Der skal all atomkraftproduksjon avvikles innen 2022, og allerede i fjor kom hele 35 prosent av elektrisk kraftproduksjon fra fornybare kilder som sol, vind og vann. I USA har en også tatt høyde for å utnytte såkalt distribuert kraftproduksjon, og Tesla tilbyr nå både sin Powerwall batterienhet og solpaneler for hustak som en samlet pakke. Det er en intens virksomhet innen forskning og utvikling på dette fagområdet og det er spennende å følge med. Ikke minst gjelder det de samfunnsmessige konsekvensene av ny teknologi innenfor transportsektoren - og utenfor.

Optimisme

Forfatterne i The Economist er nøkterne optimister, og gir uttrykk for at i det lange løp vil overgangen fra forbrenningsmotor til elektrisk drift gå veldig bra, og være til fordel for de fleste. Pinnsvinet, som blir liggende igjen i veibanen, er ikke noe å bry seg om.

I Norge, som ligger langt foran andre land både hva gjelder elektrifiseringen og bilparken, og som lenge har levet høyt på oljeinntektene, er dette perspektivet interessant. En tue kan velte et stort lass, heter det. Men vi vil tilføye at et ihjelkjørt pinnsvin antakelig ikke vil skape problemer. Det gjelder å se fremover og handle deretter.

Concept-programmet har tidligere i år ferdigstilt en rapport om fremsynsmetoder, skrevet av professor emeritus Tore Sager ved NTNU (Sager, 2017). Vi arbeider nå med en studie om fenomenet paradigmeskifter, eller utviklingstrekk som kan komme til å kaste om på nåværende praksis innenfor forskjellige sektorer, ikke minst når det gjelder fremtidige konseptvalg. Dette er spennende stoff. Verden har aldri før sett et omfang av grenseoverskridende teknologisk utvikling som i dag. Mange mener mye om ting som kommer, men ingen vet sikkert hva som skjer før det har skjedd.

Kilder:

Sager, T, 2017, *Fremsynsmetoder*, Concept-rapport nr. 53, Ex ante akademisk forlag, Trondheim

The Economist, 12th – 18th August 2017, *Roadkill*, Lederen

Transportøkonomisk institutt/ Cicero, 2014, *Vegen mot klimavennlig transport*, Redigert av Lasse Fridstrøm og Knut H. Alfsen. TØI-rapport 1321/2014

Seba, Tony, 2017, [Clean Disruption of Energy and Transportation: How Silicon Valley Will Make Oil, Nuclear, Natural Gas, Coal, Electric Utilities and Conventional Cars Obsolete by 2030](#)