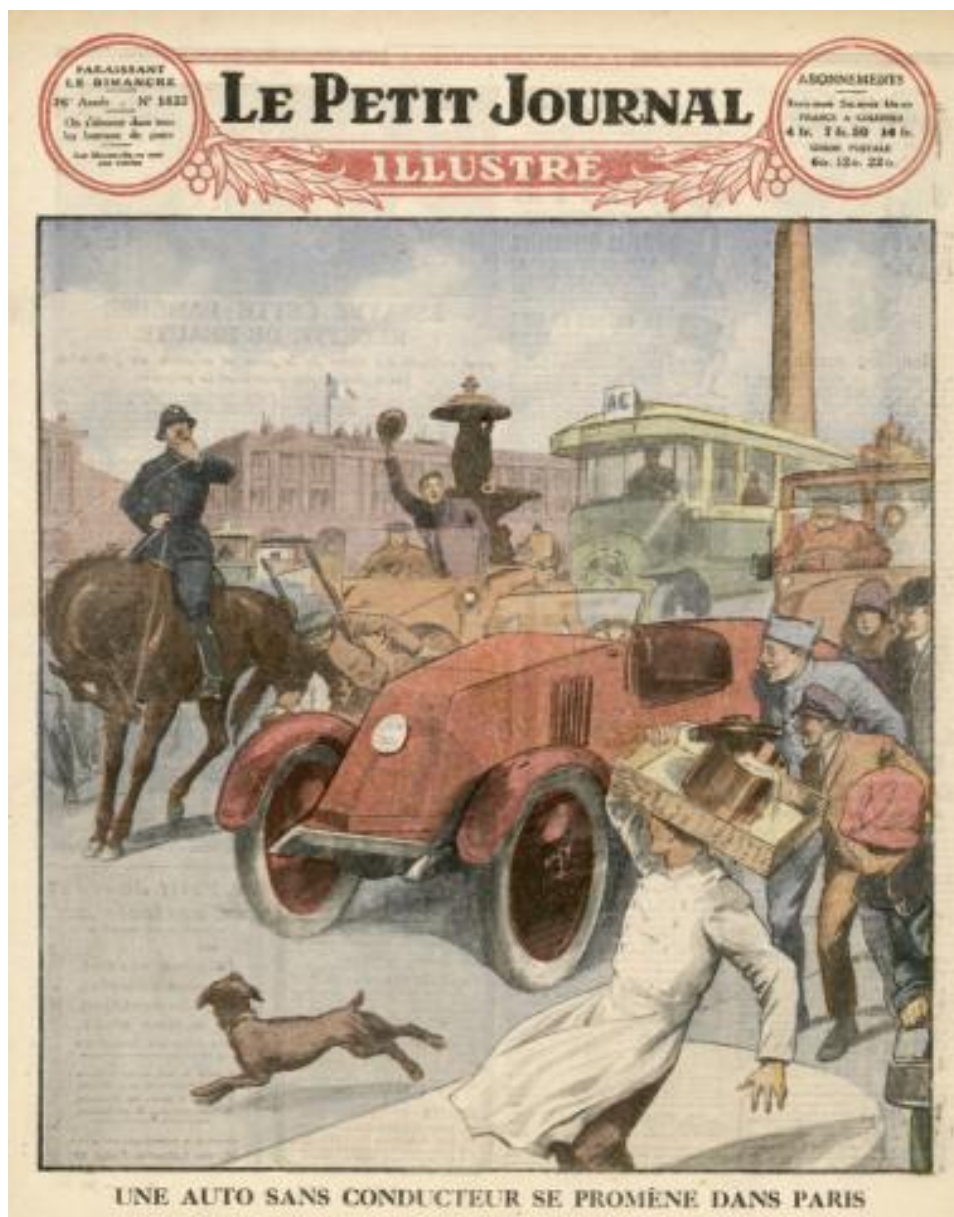


# Stort økonomisk potentiale i selvkørende biler



## Indledning

Den nuværende lovgivning passer ikke til en situation, hvor bilisten slipper rattet eller simpelthen bliver en passager. Helt eller betinget selvkørende biler udfordrer den nuværende lovgivning på fx det juridiske ansvar, hvis der sker et uheld. Er den ansvarlige altid den person, der sidder forrest til venstre? Også hvis der hverken er rat eller pedaler i bilen? Eller bærer bilproducenten ansvaret? Eller softwareudvikleren? Disse spørgsmål skal afklares. Wienerkonventionen om vejtrafik fra 1968 kan næppe bruges som grundlag længere.

Problemstillingen er ikke ny, men det haster med at få en ny regulering på plads. Der går nemlig ikke lang tid, før danske borgere og virksomheder vil have mulighed for at nyde fordel af selvkørende teknologi.

I denne analyse viser vi med en *meget* konservativ beregning, at gevinsten ved at konvertere fra konventionel bilisme til selvkørende teknologi vil være mindst 20 mia. kr. årligt på langt sigt. Det svarer til mere end fire gange tidsgevinsten for vejtrafikkanter ved Storebæltsbroen – eller til mere end to gange den samlede årlige gevinst ved Storebæltsbroen.<sup>1</sup>

Hvis det bliver teknisk muligt at realisere et scenarie, hvor biler helt uden rat kan køre overalt (SEA5-autonomi), så er de potentielle gevinster langt større.

Forudsætningen for at nyde godt af de nye muligheder er dog, at reguleringen er på plads. Der er således en alternativomkostning ved *ikke* at lave de nødvendige tilpasninger af lovgivningen. Danmark går glip af en gevinst ved den nye teknologi, som bliver større og større med tiden.

Det fremgår af seneste lovkatalog (okt. 2016), at myndighederne vil tillade forsøg med førerløse køretøjer. Både politikere og embedsværket skal have ros for at bane vejen for forsøg med selvkørende motorkøretøjer, så man kan drage nytte af erfaringerne. Dette initiativ er dog ikke ensbetydende med, at en samlet ny regulering er nært forestående.<sup>2</sup>

## Potentiel gevinst ved fuld konvertering til selvkørende teknologi

Analysen tager udgangspunkt i et konservativt langsigts-scenarie, hvor der sker en fuld konvertering til SAE3-autonomi. Denne kategori beskrives på følgende måde:

*”Betinget automatisering. Føreren skal kunne overtage kørslen med kort varsel.”*

I dette scenarie vil næsten al kørsel være automatiseret. Når bilen registrerer en situation med særlige udfordringer, så vil den dog i god tid bede personen i førersædet om at overtage styringen. Det vil måske være relevant ved kørsel på markveje, ved garager og andre særligt smalle passager eller ved nogle typer vejarbejde. Boks 1 giver et samlet overblik over SAE-kategorierne.

---

<sup>1</sup> Den samlede tidsgevinst ved Storebæltsforbindelsen for vejtrafikkanter anslås til ca. 4,6 mia. kr., jf. Incentive og Tetraplan (2014). ”Ex post samfundsøkonomisk analyse af Storebæltsforbindelsen” for Transportministeriet og Sund&Bælt. En lignende beregning af den samlede årlige gevinst ved Storebæltsforbindelsen giver 9,0 mia. kr. Den langsigtede gevinst på 19,9 mia. kr. ved SAE3-autonomi er således 2,2 gange så stor.

<sup>2</sup> Der er mange eksempler på, at der har været en generel forståelse af, at ny regulering er nødvendig, men hvor en løsning er blevet udskudt igen og igen. Et eksempel er på affaldsforbrændingsområdet, hvor man allerede i 2002 konstaterede, at reguleringen var uhensigtsmæssig og årligt koster danske borgere og virksomheder en stor, unødvendig ekstraregning. Alligevel er der endnu ikke i 2017 vedtaget en ny regulering, der tackler udfordringerne.

## Boks 1: SAE-kategorier for bilers autonomi

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
<b>Human driver monitors the driving environment</b>						
<b>0</b>	<b>No Automation</b>	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
<b>1</b>	<b>Driver Assistance</b>	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
<b>2</b>	<b>Partial Automation</b>	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	<b>System</b>	Human driver	Human driver	Some driving modes
<b>Automated driving system ("system") monitors the driving environment</b>						
<b>3</b>	<b>Conditional Automation</b>	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	<b>System</b>	Human driver	Some driving modes
<b>4</b>	<b>High Automation</b>	the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	<b>System</b>	Some driving modes
<b>5</b>	<b>Full Automation</b>	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	<b>All driving modes</b>

Copyright © 2014 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed provided SAE International and J3016 are acknowledged as the source and must be reproduced AS-IS.

Der er en række potentielle fordele ved biler med SAE3-autonomi sammenlignet med konventionelle biler. Nogle forventes at betyde mere end andre. Når man betragter de massive investeringer i selvkørende teknologi fra både traditionelle bilfabrikanter og for nyere spillere som Tesla, Google og NuTonomy, så står det klart, at selvkørende teknologier forventes at blive en afgørende konkurrenceparameter for bilindustrien. De fabrikanter, der kan tilbyde forbrugerfordelene fra selvkørende teknologi først, vil stå stærkt.

Analysen sætter fokus på to effekter, som vi sætter tal på, og supplerer med korte beskrivelser af nogle andre plausible effekter.

### Tidsgevinst på mindst 10 mia. kr.

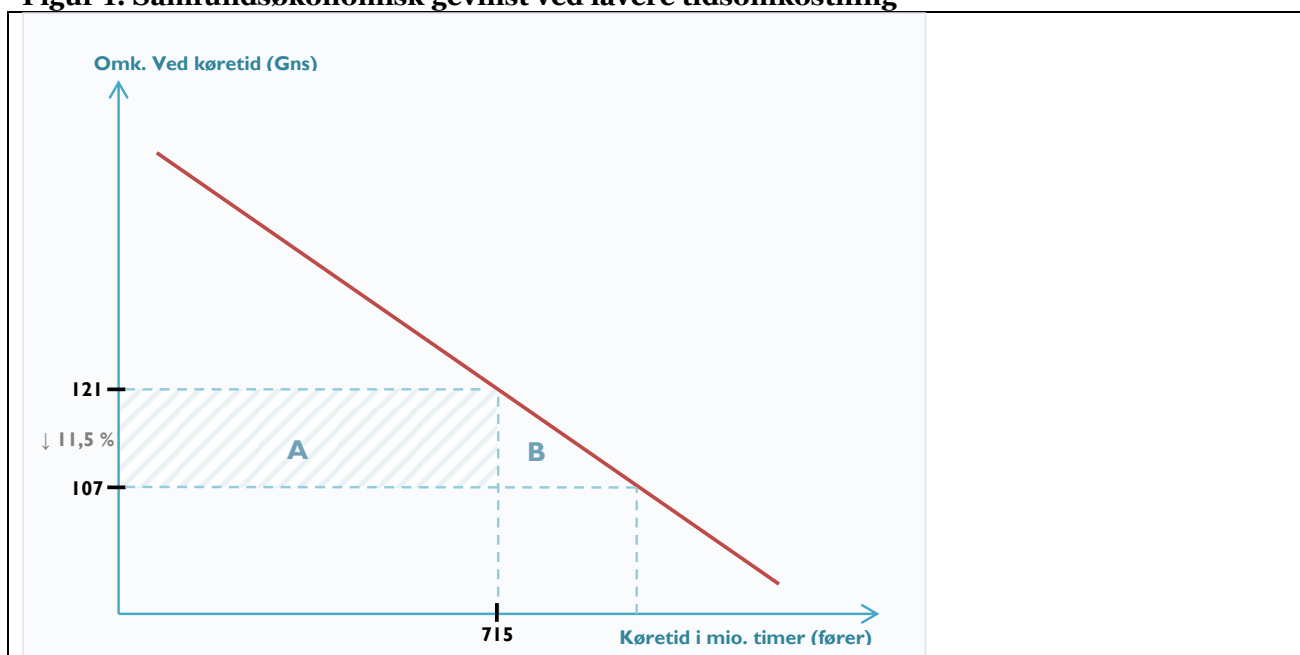
Den første gevinst kommer af lavere tidsomkostninger ved transport, fordi genen ved kørsel falder. Føreren skal ikke koncentrere sig hele tiden, og der er mulighed for bruge noget af tiden på at arbejde, på SoMe eller anden underholdning. Der er dog stadig gener i form af rystelser, pladsbegrænsninger mv. Ved fuld autonomi (SAE5) minder situationen derfor på mange måder om at være togrejsende.

Hvis vi tager dette beregningsmæssige udgangspunkt, så falder tidsomkostningen for føreren af en bil med på 23 pct.<sup>3</sup> Ved SAE3-autonomi risikerer man oftere at blive forstyrret. Vi foretager derfor en konservativ antagelse om, at det kun er muligt at realisere 50 pct. af gevinsten (dvs. 11,5 pct.), når vi analyserer konsekvenserne af SAE3-autonomi. Dermed reduceres tidsomkostningen for førere af personbiler fra 121 kr. til 107 kr. (i 2016-priser) ved overgang fra konventionelle biler til selvkørende biler (SAE3-autonomi).

Den samfundsøkonomiske gevinst ved denne reduktion i tidsomkostningen kan teoretisk opgøres til areal A og B i figur 1.

<sup>3</sup> DTU Transport (2007). The Danish Value of Time Study - final report

**Figur 1: Samfundsøkonomisk gevinst ved lavere tidsomkostning**



Kilde: IDA på baggrund af Transportvaneundersøgelsen og Transportøkonomiske enhedspriser 1.6.

Arealet A kan beregnes som den sparede tidsomkostning ganget med det nuværende niveau for køretid for førere. Ifølge Transportvaneundersøgelsen ligger køretiden på ca. 715 mio. timer årligt. Arealet A svarer derfor til 9,9 mia. kr. pr. år (= 715 mio. timer x (50 pct. x 23 pct. x 120,6kr.)).

Vi kender desværre ikke hældningen på efterspørgselskurven for køretid, og derfor er det ikke muligt at beregne arealet B.<sup>4</sup> Hertil kommer, at der også vil være en samfundsøkonomisk gevinst for førere af varebiler og lastbiler ved selvkørende teknologi. Det vil fx være oplagt at revidere køre- og hviletidsbestemmelserne, så de lempes for selvkørende køretøjer.

De 9,9 mia. kr. årligt (i 2016-priser) udgør derfor et *meget* konservativt bud på forbrugereffekten ved reducerede tidsomkostninger som følge af konvertering til selvkørende biler. Det er ikke usandsynligt, at gevinsten er dobbelt så stort, hvis tidsomkostningen falder mere og man inkluderer omkostningsreduktioner for fx transporterhverv.

#### **Gevinst ved reduktion af ulykker på 10 mia. kr.**

McKinsey & co (2015)<sup>5</sup> skønner, at en reduktion af ulykker på op mod 90 pct. er en mulighed. De 90 pct. svarer til niveauet af menneskelige fejl, som fører til en ulykke. De udsalgsgivende faktorer kan være træthed, alkohol, narko, manglende koncentration, overkompensering, lav erfaring og den menneskelige fristelse til at køre alt for hurtigt. Alle disse forhold vil kunne elimineres med selvkørende teknologi. Hertil kommer, at mekaniske sensorer potentielt kan præstere bedre end førerens sanser, og at reaktionsmønstrene potentielt kan blive mere rationelt funderede. Sidstnævnte kan fx gøre sig gældende i forbindelse med påkørsel af små dyr, hvor det kan være bedre at påkøre frem for at forsøge en undvigemanøvre.

I samfundsøkonomisk optik vil færre ulykker give en gevinst pga. færre livstab, personskader og materielle skader. I 2015 blev der indrapporteret 2.853 uheld med personskade.<sup>6</sup> 2.778 af disse uheld involverede større køretøjer (dvs. 4 hjul eller flere). De samfundsøkonomiske omkostninger pr. rapporteret uheld med personskade er på 5,4 mio. kr.<sup>7</sup> Hvis selvkørende biler kan reducere antallet af uheld, der involverer større køretøjer, til en tredjedel, vil forbrugeroverskuddet derfor være 10,0 mia. kr. pr. år (= 2.778 rapporterede uheld x 67 pct. x 5,4 mio. kr./rap. uheld).

<sup>4</sup> Hvis man fx antager, at trafikmængden vil stige 7 pct. ved SAE3-autonomi, så svarer arealet B til ca. 0,35 mia. kr. årligt.

<sup>5</sup> <http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world>

<sup>6</sup> Danmarks Statistik (Statistikbankens tabel UHELD4)

<sup>7</sup> Transportøkonomiske Enhedspriser 1.6

## Yderligere ikke-værdiansatte effekter ved SAE3-autonomi

Der kan opregnes en række yderligere effekter ved at konvertere fra konventionelle biler til SAE3-autonomi. Nogle af disse effekter må forventes kun at få mindre samfundsøkonomiske konsekvenser, mens andre kan være mere betydningsfulde.

En af disse effekter er på miljøpåvirkning og brændstoføkonomi. For det første kan selvkørende biler i højere grad optimere kørselsadfærden. Mindst fem ud af Trafikstyrelsens ti råd til 'grøn kørsel' kan realiseres gennem den selvkørende bils køremønster.

For det andet giver selvkørende biler mulighed for nye optimeringsmuligheder. Ved konventionelle biler modtager førerne signaler en ad gangen. Hvis den forreste bil fx foretager en opbremsning, så vil føreren af bil 3 ofte først opdage det, når bil 2 sender signalet videre. Dette sekventielle reaktionssystem fører til hårdere og hårdere opbremsninger ned gennem rækken. Ved SAE3-autonomi vil modtagelsen af sådanne signaler fra andre biler kunne ske simultant og føre til en forbedret reaktionstid og mere optimale reaktionsmønstre. Ud over en reduktion i opbremsning og acceleration vil der også være en tidsbesparelse at hente ved denne optimering, da der ofte opstår kødannelse alene pga. opbremsninger, der forplanter sig og forstærkes. Dette vil i øvrigt også forbedre køreoplevelsen, som bliver mere jævn og mindre forstyrrende for passagererne. Afstanden mellem køretøjer kan potentielt også blive reduceret (grundet den bedre reaktionsevne), så der vil være plads til flere biler på den samme plads. Alternativt kan man øge hastighederne, hvilket også vil medføre gevinster i form af tidsbesparelser.

I trængselsperioder og ved vejarbejde kan der også ske en optimering af hastigheden, så den enkelte bils hastighed tilpasser sig, så man opnår den højest mulige gennemstrømning givet forholdene. Om end denne effekt umiddelbart kan virke begrænset, så gør det en stor tidsforskel for ikke mindst pendlere om man på nogle strækninger har kø-kørsel med hastigheder på 0-20 km/t, eller om man kører jævnt med fx 40 km/t.

Hvad angår godstransport vil det være muligt at kæde flere køretøjer sammen ("platooning"), så der i teorien kun skal være en fører i den forreste vogn, hvilket sparer arbejdskraft.

Selv om ovenstående effekter er vanskelige at kvantificere, så er der potentielt væsentlige samfundsøkonomiske gevinster ved at realisere dem. Dette trækker også i retning af at forvente væsentligt større gevinster ved SAE3-autonomi end de ovennævnte ca. 20 mia. kr. årligt.

## Indfasning og gevinster over tid

Som det fremgik af sidste afsnit, vil et meget konservativt skøn være, at en fuld konvertering til SAE3-autonomi medfører en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 20 mia. kr. årligt. Allerede ved mindre end fuld konvertering fra konventionelle biler til selvkørende biler vil der imidlertid være nogle fordele. Disse gevinster må forventes at blive realiseret i takt med, at andelen af kilometer foretaget af selvkørende biler stiger.

Forventningerne til denne konvertering afhænger naturligvis af en række forhold, som ikke i sig selv har noget med den teknologiske udvikling at gøre. Afgiftssystemet er fx helt afgørende for hastigheden af markedspenetreringen. Hvis der (samtidig med moms) skal betales 150 pct. registreringsafgift for den software og de komponenter, der muliggør selvkørende teknologi, så vil det forsinke konverteringen betydeligt. Desuden har registreringsafgiften i sig selv en forsinkende virkning, da den skaber kunstigt høje brugtmarkedsværdier og dermed animerer bilejere til at fastholde biler med forældet teknologi og sikkerhed. Afgiftssystemet er dermed en joker i dansk sammenhæng.<sup>8</sup>

Selve reguleringen kan potentielt også forsinke en konvertering, hvis det opstår tvivl om gevinsterne ved at tilkøbe det nødvendige ekstraudstyr, for at bilen bliver selvkørende. Risikerer bilisterne at få en bøde for at slippe rattet i en førerløs bil, så forsvinder gevinsten ved at investere i denne teknologi. På den måde vil en manglende tilpasning af reguleringen på området kunne få langvarige effekter på konverteringen og dermed på realiseringen af gevinsterne ved SAE3-autonomi.

---

<sup>8</sup> I forbindelse med en evt. realisering af SAE3-autonomi, så kan afgiftssystemet potentielt have den modsatte effekt på konverteringshastigheden. Her vil afgifterne nemlig gøre det relativt dyrt at købe en privat bil, hvis alternativet er en delebils-/taxiordning, hvor der ikke er pålagt registreringsafgift. Dette taler for en kraftigere konvertering til den ultimative selvkørende bil, hvor der ikke er et rat.

Der er også nogle forhold, der taler for en hurtigere konvertering. Det gælder ikke mindst den potentielle påvirkning på eksisterende bilers levetid. Billedligt talt kan man forestille sig en situation, hvor den konventionelle bil svarer til en skrivemaskine og den selvkørende svarer til en pc. Hvis den selvkørende bil medfører til et reelt gevinst-hop i forhold til konventionelle biler, så kan de konventionelle biler potentielt blive skrottet (eller alternativt ombygget til selvkørende) inden de mekanisk set er udtjente. Skrivemaskinerne blev jo typisk smidt ud, selv om de stadig fungerede. Der er derfor mulighed for en ketchup-effekt, hvor der sker en kraftig konvertering inden for få år. Det er usikkert om denne situation vil indtræffe, idet de konventionelle biler stadig vil have en brugsværdi over skrotværdien, som vil gøre dem relevante for nogle grupper.

Modsat kan forhold som privacy-bekymringer og kørselsbehov i særligt udfordrende omgivelser lægge en dæmper på konverteringen.

Tabel 1 viser et scenarie for implementeringen af selvkørende biler, under forudsætning af at reguleringen er på plads.

**Tabel 1: Andelen af km foretaget af selvkørende biler**

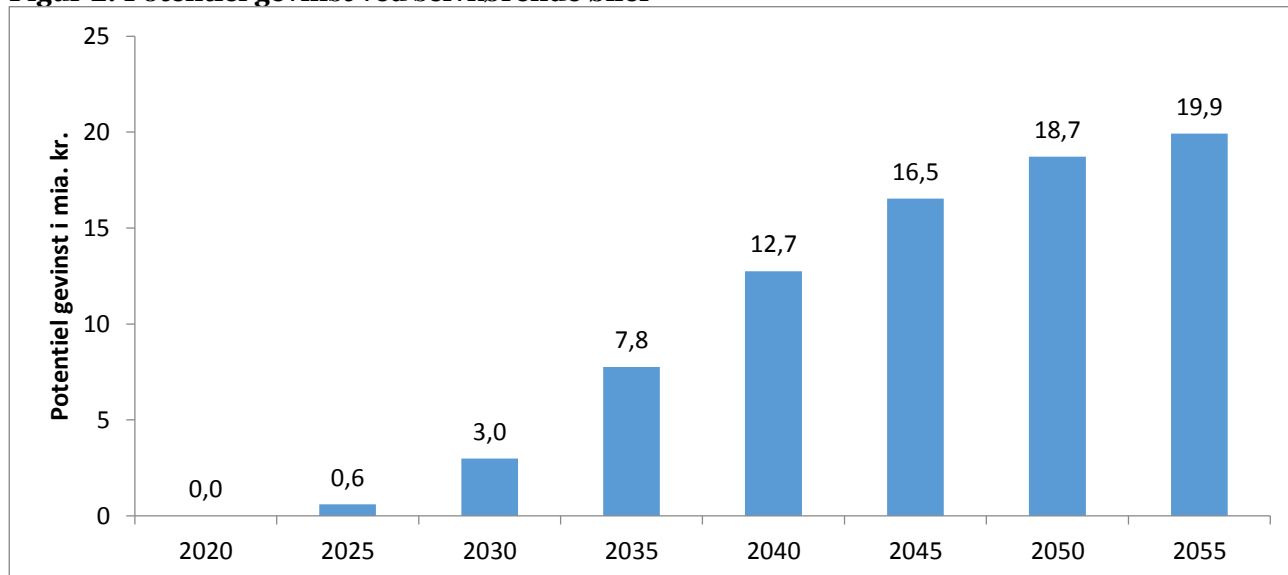
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Andel selvkørende km - Forecast	0 %	3 %	15 %	39 %	64 %	83 %	94 %	100 %

Anm.: Selv om flere producenter, herunder fx Volvo, har annonceret SAE3-autonomi på markedet inden 2020, så vil salget af disse (dyrere) biler sandsynligvis ikke fylde meget i den samlede bilpark.  
Kilde: IDA

Tabel 1 er et konservativt scenarie. For at illustrere dette kan man tage udgangspunkt i en (typisk) billevetid på ca. 15 år og konstatere, at først mellem 2035 og 2040 vil 100 pct. af nysalget være selvkørende biler for at realisere en 100 pct. selvkørende bilpark i 2055. 2035-2040 er imidlertid 18-23 år ude i fremtiden. Med en billevetid på fx 15 år, så taler vi om, at en væsentlig andel borgere vil nå at køre ikke blot den nuværende, men også den næste bil helt ned, inden bilen er selvkørende.

På baggrund af tabel 1 er det muligt at foretage et skøn for den potentielle årlige samfundsøkonomiske gevinst i perioden frem mod en fuld konvertering. Figur 2 viser, at hvis færdselsloven bliver justeret, så det er muligt for danske bilister at hente fordelene ved selvkørende biler, vil man allerede i 2025 opnå en samfundsøkonomisk gevinst på 0,6 mia. kr., stigende til 12,7 mia. kr. i 2040 og næsten 20 mia. kr. i 2055.

**Figur 2: Potentiel gevinst ved selvkørende biler**



Kilde: IDA

Man kan dermed også sige, at der er en omkostning for Danmark ved ikke at få reguleringen på plads. Denne (alternativ-) omkostning indtræder allerede omkring 2020-21, og den bliver kun større, som årene går, indtil det koster danskerne næsten 20 mia. kr. årligt i tabte gevinster.

Vi kommer ganske enkelt til at misbruge vores tid ved at glo på midterstripen, og flere af os vil komme til skade eller dø i uheld, som kunne være undgået.

## Ekstra gevinster ved realisering af SAE5-autonomi

Som vi tidligere har beskrevet, så er ovenstående beregninger af de potentielle gevinster meget konservativt sat, bl.a. fordi der er andre positive effekter, som vi ikke har kvantificeret og medregnet. Herudover kan man fremføre, at vi har anlagt et pessimistisk fremtidsscenario, idet vi ikke har medtaget muligheden for, at man kan realisere den 100 pct. selvkørende bil (uden rat). Med SAE5-autonomi vil der være en række yderligere fordele for borgerne, som må formodes at øge de potentielle gevinster ganske betydeligt. Dette fremtidsscenario har potentiale til at skabe ændringer af mere strukturel karakter både med hensyn til bilejerskab og det samlede transportsystem. Derfor er tilstedeværelsen og størrelsen af de enkelte effekter forbundet med en væsentlig usikkerhed. Ikke desto mindre vil vi forsøge at beskrive de effekter, som kan få størst samfundsøkonomisk effekt.

SAE5-autonomi giver mulighed for at tilbyde bl.a. taxikørsel uden chauffører. Uden lønomkostningerne vil prisen falde kraftigt. Ikke mindst på skæve tidspunkter (jf. boks 2). Det vil gøre det relativt mere attraktivt at få dækket sit kørselsbehov med hyrevogn i stedet for at eje en bil. Konsekvensen af dette kan blive, at virksomheder og private vil investere i selvkørende biler i forskellige størrelser og til forskellige formål. Disse kan fx indgå som samlede flåder af biler tilknyttet koordinerende tjenester eller som delebilsordninger. Fra forbrugernes side vil man få fordelene af at kunne bestille transportmiddel (fx fra en mobilapp) afstemt efter det specifikke behov, samtidig med at man kun skal betale for den faktiske transport og dermed undgår fx tid og udgifter til vedligehold samt store kapitalbindinger i bilen.

### Boks 2: Prisfald på hyrevogn med SAE5-autonomi

I 2016 koster det 15,25 kr. at køre en kilometer i en almindelig taxa i Region Hovedstaden – og 19,19 kr. på helligdage og om natten i weekenden. Hertil kommer starttakster og takster for ventetid, jf. tabellen nedenfor.

#### Region Hovedstaden (ekskl. Bornholm)

Almindelig vogn			
Øvrig tid end takst 2			
<b>Starttakst gadetur</b>	<b>Starttakst centraltur</b>	<b>Kilometertakst</b>	<b>Ventetid</b>
kr. 24.00	kr. 37.00	kr. 15.25	kr. 7.00/min
<b>Takst 2 fredag og lørdag kl. 23.00 - kl. 07.00, grundlovsdag, nytårsaftensdag og helligdage</b>			
<b>Starttakst gadetur</b>	<b>Starttakst centraltur</b>	<b>Kilometertakst</b>	<b>Ventetid</b>
kr. 40.00	kr. 50.00	kr. 19.15	kr. 7.00/min

Kilde: taxapriser.dk

Til sammenligning er den skattefri befordringsgodtgørelse for kørsel i egen bil (som er omkostningsbaseret) på 3,63 kr. i 2016. Hvis prisen for en kilometer i en førerløs bil kommer til at ligge på dette niveau, så vil der således være et fald i kilometertaksten på 76-81 pct. Om kilometertaksten vil blive reduceret i det omfang, afhænger af en række forhold. Det er fx uklart, hvor dyr teknologien er, hvilket påvirker afskrivningerne og dermed kilometerprisen. Og det er muligt, at bilerne i højere grad kommer til at køre 'tomme ture'. I modsat retning vil man fx kunne opnå omkostningsbesparelser ved at øge udnyttelsesgraden ved bilerne og ved at tilpasse bilernes størrelse bedre til den faktiske efterspørgsel.

I en situation med flåder af førerløse biler vil der sandsynligvis også være et startgebyr samt en takst for ventetid. Da lønudgiften også udgør den største del for disse takster, så må man dog også forvente store prisfald på disse takster. Det gælder ikke mindst for ventetidstaksten på 420 kr. pr. time, som næsten udelukkende er baseret på arbejds løn til chaufføren.

Ud over dette vil der ligge en gevinst i, at bilparken vil blive benyttet langt mere intensivt end i dag, hvor bilerne står ubenyttet hen i ca. 96 pct. af tiden.<sup>9</sup> Et svensk studie fra 2014 anslog fx at en førerløs bil kan erstatte ca. 14 personbiler.<sup>10</sup> Desuden kunne man forestille sig, at den gennemsnitlige bil vil blive betragteligt mindre. Bilerne er nemlig sjældent købt ud fra det typiske antal personer (hvilket er én person). Den er

<sup>9</sup> De 96 pct. tager udgangspunkt i en beregning, hvor en bil i gennemsnit kører 17.000 km om året. Hvis man regner med en gennemsnitlig hastighed på 50 km/t, så svarer det til 340 timer ud af i alt 8.760 timer på et år – eller 4 pct.

<sup>10</sup> Rigole, P.-J. (2014) Study of a Shared Autonomous Vehicles Based Mobility Solution in Stockholm.

nærmere dimensioneret efter at kunne tage hele familien med - fx på den årlige ski- eller sommerferie. Hertil kommer lavere gener og omkostninger i forbindelse med vedligeholdelse, som potentielt kan effektiviseres.<sup>11</sup>

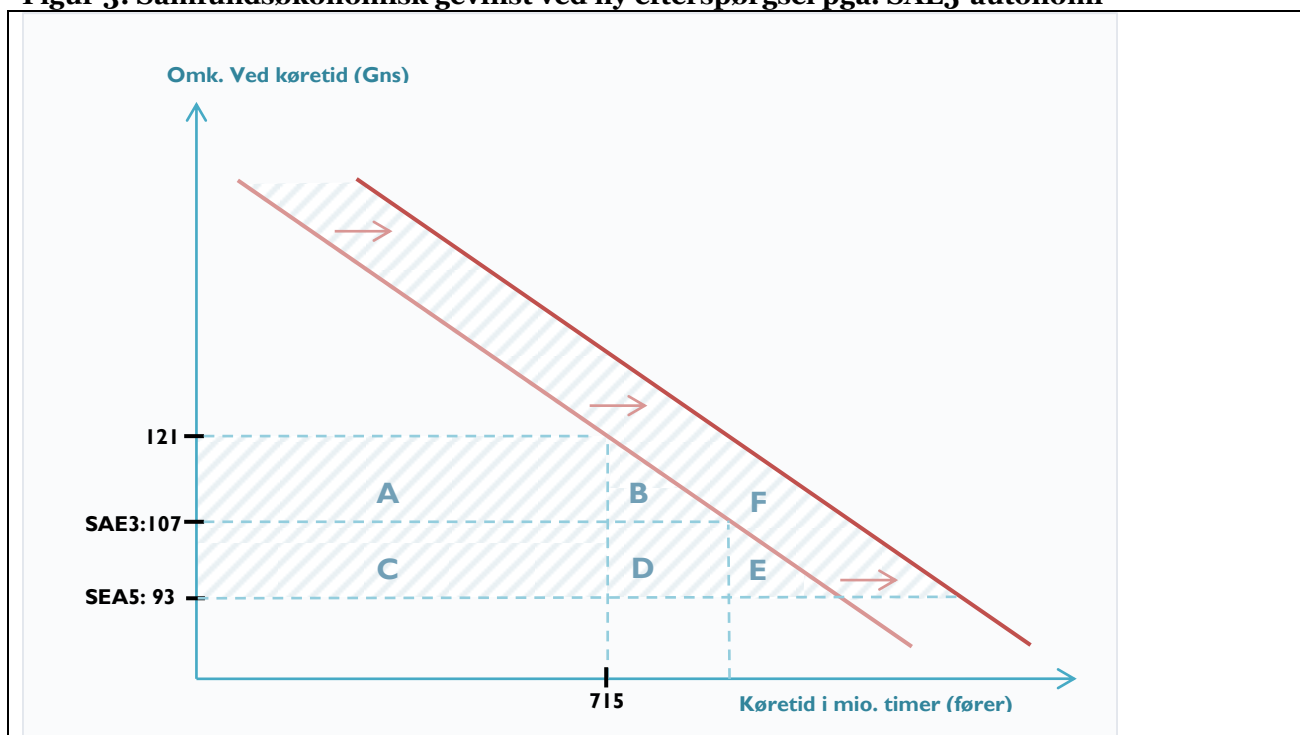
Både den mere intensive brug, en mere behovsspecifik dimensionering og effektiviseret vedligeholdelse vil reducere prisen pr. km yderligere, hvilket kommer forbrugerne til gode.

Da alle personer i SAE5-autonome biler vil være passagerer, vil den ekstra gene forbundet med at være føreren også forsvinde. Dermed vil man fuldtud kunne benytte transporttiden til arbejde, læse en bog eller sove, hvilket vil reducere omkostningerne forbundet med kørsel endnu mere end ved SAE3-autonomi.

Med antagelsen om, at tidsomkostningen ved SAE5-autonomi ligger på 23 pct. af det nuværende niveau, så svarer arealerne A og C i figur 3 til i alt ca. 19,8 mia. kr., hvilket er 9,9 mia. kr. mere end arealet A, som vi har beregnet for en situation med konvertering til SAE3-autonomi. De 19,8 mia. kr. er baseret på en tidsomkostning svarende til at være togrejsende.<sup>12</sup>

Analytisk kan man opgøre tidsomkostningsgevinsten ved SAE5-autonomi i forhold til SAE3-autonomi til arealerne C, D og E i figur 3.

**Figur 3: Samfundsøkonomisk gevinst ved ny efterspørgsel pga. SAE5-autonomi**



Anm.: Størrelsen af de enkelte arealer (og dermed gevinster) er helt arbitrære. Figuren tjener således kun det formål at illustrere årsagerne til forskellige forbrugergevinster rent analytisk.

Kilde: IDA

En anden effekt af denne ændring vil være en øget mobilitet for personer, som ikke kan betjene en konventionel bil, eller som ikke må køre pga. deres tilstand i den givne situation. Grundet bilens øgede autonomi vil bl.a. folk uden kørekort (fx børn, visse grupper af ældre samt visse handicappede, herunder blinde) kunne efterspørge mere transport, da de ikke længere vil være begrænset af muligheden af at have

<sup>11</sup> I dette scenarie vil det ikke være nødvendigt at bruge tid på at få vognen til og fra værkstedet. Desuden kan man forestille sig, at større 'flådeinvestorer' kan sikre en mere optimal vedligeholdelsescyklus – evt. hjulpet af sensorer der letter arbejdet med at finde og udbedre fejl og defekter. Det er dog også muligt at forestille sig situationer med markedskoncentration, hvis bilernes kompleksitet og servicepakker fra producenter gør det vanskeligt for uafhængige autoværksteder at konkurrere. Det kan svække konkurrencen og øge prisniveauet for vedligeholdelse.

<sup>12</sup> Hvis SAE5-autonomi medfører en langt mindre gene ved transporten (fx fordi man kan betragte det som en privat lounge), så kan tidsomkostningen måske falde mere end 23 pct., hvilket kan øge den økonomiske gevinst betragteligt. Hvis tidsomkostningen fx falder med 50 pct., så er den årlige tidsgevinst ved fuld implementering på over 43 mia. kr. - i stedet for de 19,8 mia. kr. ved et 23 pct. fald i tidsomkostningen.



en chauffør, som kan køre dem. Den øgede bevægelsesrækkevide og adgang til muligheder kan øge livskvaliteten væsentligt for disse grupper. De øgede muligheder for transport gælder også for personer påvirket af narko, medicin eller alkohol. Samlet svarer denne effekt til at øge efterspørgsel efter kørsel for en given pris, hvilket er illustreret i figur 3, ved at kurven rykker til højre. Forbrugergevinsten vil være hele arealet F, hvilket potentielt kan svare til en stor gevinst. Ifølge et nyligt amerikansk studie kan man forvente en forskydning mod højre på ca. 11 pct., så man for et uændret omkostningsniveau ville øge antallet af køretimer for bilister med 79 mio. km til 794 mio. km.<sup>13</sup> På baggrund af dette vil en tocifret milliardgevinst, alene som følge af andre transportkunder, ikke være utænkelig.

I en situation med fuld konvertering til SAE5-autonomi vil vi fjerne de sidste fører-forskyldte ulykker samtidig med at bilernes indbyrdes kommunikation giver øget information om potentielle farer. Dermed må man forvente at antallet af ulykker reduceres yderligere end i situationen med SAE3-autonomi. Man vil fx kunne undgå harmonikasammenstød og nogle højresvingsulykker. Et mindre potentiale for (alvorlige) ulykker vil også give mulighed for at reducere bilens vægt, da karrosseriet ikke i samme grad forventes at skulle beskytte passagerene. Dette kan – som en sideeffekt - reducere brændstofforbruget. Hvis vi alene ser på en yderligere reduktion af ulykker, så man undgår 90 pct. af det nuværende niveau af ulykker, så ligger den samfundsøkonomiske gevinst på ca. 13,5 mia. kr. (mod ca. 10,0 mia. kr. under SAE3-autonomi).

En effekt, som er afledt af nogle af de ovenstående, er på bosætningsmønsteret. I kraft af geneomkostningerne ved transport falder med SAE5-autonomi, vil det blive relativt mere attraktivt at bo længere væk fra arbejdspladsen, hvis man derved kan realisere ønsker om fx mere natur eller at leve i et mindre lokalsamfund. Dette kan forventes at føre til en større geografisk spredning. De lavere omkostninger ved transport giver således bedre muligheder for at imødekomme ønsker og behov, og derfor vil der entydigt være tale om en gevinst for den enkelte og dermed for samfundet.

SAE5-autonomi forventes også at gøre en række samfundsmæssige funktioner helt eller delvist overflødige. For det første vil det stort set være overflødigt at tage et kørekort. I 2014 beløb lønsummen på køreskolerne i Danmark sig til 121 mio. kr. Og hertil kommer ressourcebesparelser på køreskolebilerne, køretekniske anlæg og køresagkyndige, som alle bliver overflødige.

For det andet nedsætter førerløse biler behovet for færdselspoliti og p-vagter, da ulovlig parkering, overskridelse af hastighedsgrænser og spritbilisme kan gøres teknisk umuligt. Alene bøder og parkeringsafgifter til staten lå i 2015 på 1,4 mia. kr., og hertil kommer de kommunale parkeringsafgifter.<sup>14</sup> Det øvrige politi og domstole kan potentielt også forvente, at en del af deres nuværende aktiviteter bliver overflødige. Fraværet af et rat kan fx føre til færre bil- og rambuktyverier, da gerningsmænd vil have svært ved at få bilen til at afvige fra dens foreskrevne anvendelsesmuligheder (uden adgang til avanceret udstyr og viden om hacking).<sup>15</sup>

For det tredje vil en så gennemgribende omlægning af transportsystemet give mulighed for at reducere behovet for kollektiv transport som lokal- og regionalbusser, letbaner samt regionaltoget. Dele af den kollektive transport vil således undergå en privatiseringsproces baseret på brugeradfærd. Dette gælder måske ikke mindst uden for byerne, hvor efterspørgslen er mere spredt. Behovet for store, men til tider næsten tomme busser vil kunne erstattes af mere individuelt orienterede løsninger. Dermed vil der også være mindre behov for offentligt subsidierede trafikløsninger.

Ovenstående effekter er ikke udtømmende, men hvis de realiseres, vil besparelserne være i mia.-klassen. På de områder, hvor besparelsen medfører et mindre udgiftstryk for stat, regioner eller kommuner, vil der være mulighed for at mindske skattetrykket og dermed reducere dødvægtstabet for samfundet. Alternativt kan man omprioritere midlerne til andre udgiftsområder.

Der kan også opstå en gevinst i form af fx arealfrigivelse. Biler med SAE5-autonomi vil ikke kun påvirke, hvordan vi kører, hvem der kører, og hvor vi bor. Da disse biler kan køre, uden at der er nogen ombord, vil der også være mulighed for en ændring i måden, vi benytter og opbevarer biler, som ikke er i brug. En bil, som kan parkere sig selv, og som ankommer ved hidkaldelse, kan give plads til flere vogne på samme areal,

<sup>13</sup> Sivak and Schoettle (2015). Influence of Current Nondrivers on the the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles. University of Michigan.

<sup>14</sup> Finanslovens kontoplan konto nr. I12302.

<sup>15</sup> Alene 'politiet og den lokale anklagemyndighed' kostede ifølge Finanslovens kontoplan ca. 8,6 mia. kr. i 2015.

da det ikke længere er nødvendigt at have plads til at kunne åbne dørene mellem de parkerede biler. Reduktionen i behov for parkeringsplads forstærkes af den førnævnte overgang til en behovsbaseret forretningsmodel, hvor at store arealer og bygning fyldt med ubenyttede biler kan erstattes af flåder af cirkulerende hyrevogne, som enten afventer eller betjener kunder. I den situation vil behovet for parkeringspladser falde dramatisk.<sup>16</sup> I tilfælde af at parkeringspladser bliver overflødige, vil det frigive arealer i fx byerne, som kan omdannes til fx grønne arealer eller boliger.

Også inden for produktion og godstransport kan teknologien forventes at bidrage med betydelige effektiviseringer.

For det første vil der ske en yderligere reduktion i det nødvendige antal mandetimer forbundet med godstransport, da platooning nu vil kunne erstattes af selvkørende køretøjer.

Samtidig vil selvkørende fragtkøretøjer, kombineret af en stigende grad af digital integration i virksomheders forsyningskæder, kunne nedbringe behovet for store lagerbeholdninger, meget i stil med gevinsterne ved just-in-time-produktion (JIT). Den fulde realisering af JIT er begrænset af, at transportomkostningerne fordrer større partier for at være rentable. Denne begrænsning mindskes betragteligt ved SAE5-autonomi. For at illustrere denne tankegang kan vi prøve at tænke i eksempler. I den ene ende af skalaen vil det mest ekstreme eksempel være mikro-leverancer foretaget af autonome enheder, som enten flyver eller kan køre på fortovet. Dette vil fx kunne anvendes til post, reservedele, medicin o. lign. Forsøgsordninger på dette område foregår allerede. I den anden ende af skalaen vil lastbiler under disse forudsætninger kunne forventes at blive afløst af en variation af "containere på hjul", så man på vejene vil kunne opleve store kolonner selvkørende fragtmoduler, som kører bagved hindanden for at reducerer luftmodstand, men som er frakoblet hinanden, så de kan forlade kolonnen, når de nærmer sig deres bestemmelsessted. Den nærmeste sammenligning i dag ville være et godstog som kørte på veje i stedet for skinner, hvor de enkelte containere har egen trækraft og kan forlade kolonnen efter behov.

### **Måske op mod en trecifret milliardgevinst om året ved SAE5-autonomi**

Af ovenstående fremgår det, at de årlige gevinster ved et scenarie med fuld realisering af SAE5-autonomi kan blive meget store. I det perspektiv er det ikke mærkeligt, at adskillige investorer byder sig til og investerer massivt for at være first movers på markedet. Måske taler vi om helt op mod en trecifret milliardgevinst. Gevinsterne afhænger naturligvis af en lang række forhold, og de er derfor forbundet med stor usikkerhed. Selv med lavere gevinster er der dog grund til at revidere lovgivningen, så danskerne kan få glæde af selvkørende biler.

---

<sup>16</sup> Generelt kan det også tænkes, at en bedre udnyttelse af transportkapaciteten samlet set vil føre til en reduktion i det samlede antal køretøjer på vejene. Denne effekts størrelse er dog usikker, da den formentlig vil blive (mere end) modvirket af den udvidelse af vognparken, som en øget efterspørgsel efter transport medfører.