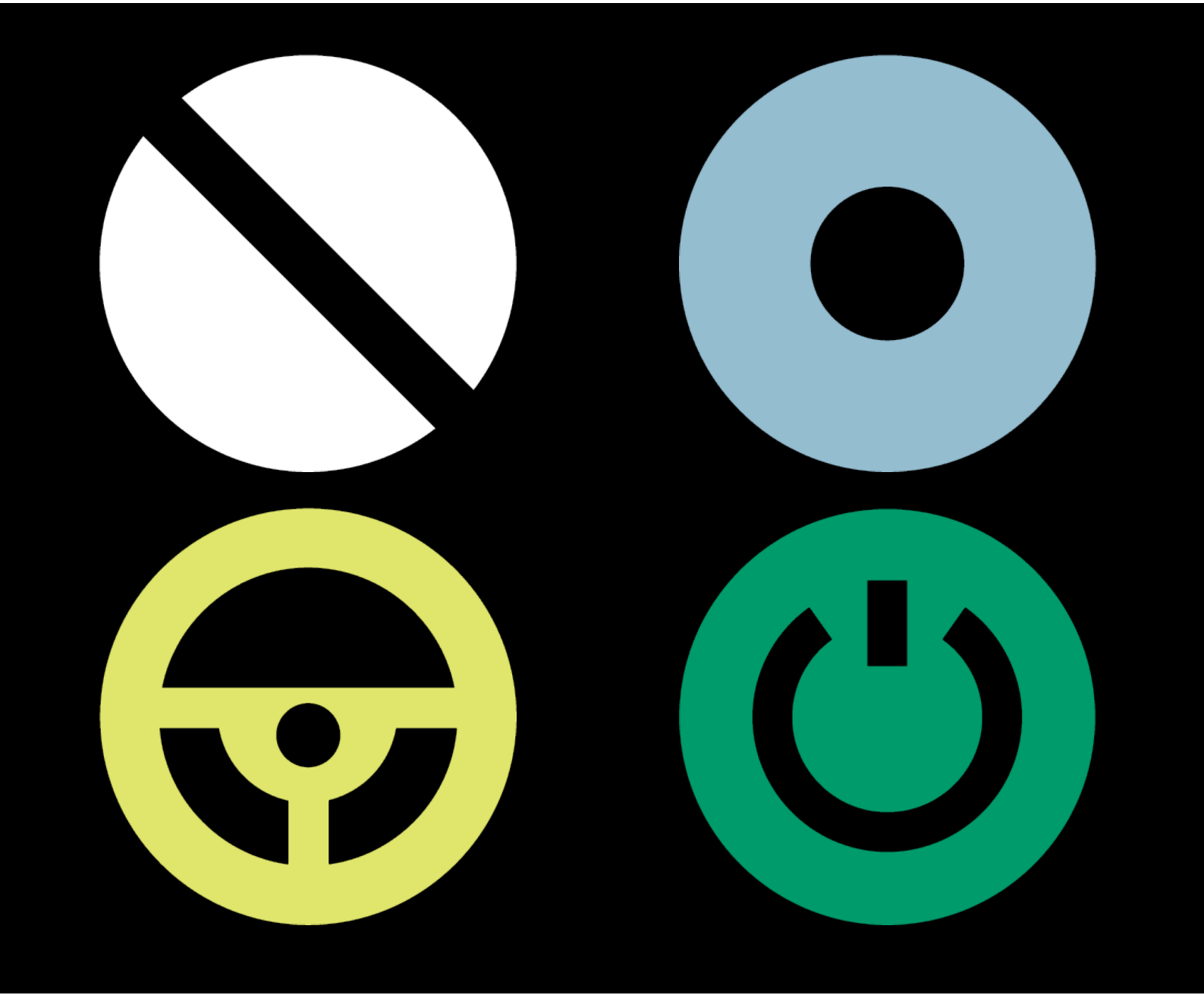
Dansk Industri

DANSK METAL

Metalindustriens Uddannelsesudvalg

Personvognsmekaniker

Udviklingstendenser- og behov



Indhold

Indhold 2
Introduktion 3
Resume 4
Teknologiske udviklingstendenser 6
Bremser og bremsesystemer 6
Styretøj og styretøjssystemer, hjul, dæk og undervogn 6
Transmissioner og transmissionssystemer 7
ICE-motorer 8
Elmotorer, batterier og andre systemer på elbiler 9
Assistentsystemer 10
Elektroniske og digitale systemer 11
Opgaver i dag og fremadrettet 12
Kontrol og vedligehold 12
Fejlfinding og diagnose 13
Reparation/udskiftning/opdatering, kalibrering og justering 13
Dokumentation 14

_____

Personvognsmekanikeruddannelsen - Udviklingstendenser og -behov

December 2025

Udarbejdet af Metalindustriens Uddannelser
v. chefkonsulent Merete Hende og chefkonsulent Christina Stougaard Hansen

Introduktion

Der er i foråret og sommeren 2025 gennemført en række dataindsamlingsaktiviteter med det formål at indsamle data om udviklingstendenser og fremtidige kompetencebehov for personvognsmekanikere. Formålet er at udvikle et validt og solidt datagrundlag, til brug ved drøftelser og vurderinger af kommende kompetencebehov samt behov for eventuelle ændringer i den nuværende uddannelse til personvognsmekaniker.

Denne analyse sætter fokus på de resultater af interviewene, der drejer sig om udviklingstendenser og opgaver i branchen.

Undersøgelsesdesign
Undersøgelsen består samlet set af en interviewrække samt en spørgeskemaundersøgelse. Både interviews og spørgeskemaundersøgelsen har haft fokus på at spørge ind til udviklingstendenser i branchen, de opgaver som mekanikere skal kunne løse fremadrettet samt de kompetencebehov, der er i dag for nyuddannede mekanikere.

Interviews
De er gennemført i alt 11 semistrukturerede interviews i hele Danmark i perioden maj-juni 2025.

- 3 interviews med medarbejderrepræsentanter. Informanterne har alle en uddannelsesbaggrund som mekanikere
- 8 interviews med lederrepræsentanter fra frie værksteder og autoriserede værksteder. Informanterne er i funktioner som ejere/ledere, eftermarkedschef eller HR-chef. Alle, på nær et par stykker, har en uddannelsesbaggrund som mekaniker.

Interviewene er gennemført af sekretariatet i Metalindustriens Uddannelser

Spørgeskema
Analysefirmaet MBC har perioden juni-august 2025 gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt alle godkendte oplæringsvirksomheder.

Resume

Der er i foråret og sommeren 2025 gennemført en række interviews med det formål at indsamle data om udviklingstendenser og fremtidige kompetencebehov for personvognsmekanikere. Analysen er gennemført af Industriens Uddannelser. Analysen peger på følgende teknologiske udviklingstendenser, der har betydning for de opgaver, som mekanikere skal kunne løse i dag og fremadrettet.

Bremser vil fortsat være et vigtigt kerneområde i mekanikernes arbejde. Bremser og bremsesystemerne har stor sikkerhedsmæssig betydning og er tæt forbundet med både sikkerhed og komfort. Det er forventningen, at opgaverne på bremsesystemerne fortsat vil fylde meget og væsentligt mere i mekanikernes arbejde fremover, men også at der vil ske ændringer i opgavernes indhold og karakter. Det vil gå fra mekanisk arbejde til mere elektronisk og softwarebaseret arbejde, givet den stadig større integration med assistentsystemer, elektroniske og digitale systemer.

Opgaver inden for **styretøj og styretøjssystemer, hjul, dæk og undervogn** forventes fortsat at udgøre en væsentlig del af mekanikernes arbejde og fylde endnu mere fremover, end de gør i dag. Grunden til dette er, at det hurtigere slid på komponenter medfører behov for mere vedligehold samt flere udskiftninger og reparationer. Samtidig vil flere fejl og stigende kompleksitet i systemerne gøre, at opgaverne tager længere tid at løse, og at der bliver stillet højere krav til præcision, sikkerhed og komfort.

Generelt set er omfanget af opgaver inden for **transmissioner**, gear og koblinger faldende, og i takt med at elbiler bliver mere udbredte, er der en forventning om, at opgaverne inden for området kommer til at fylde en del mindre, end det gør i dag, og at indholdet i opgaverne vil ændre karakter. Det fremgår, at opgaver på transmissioner opfattes som vigtige i en overgangsperiode, både fordi systemerne er centrale for bilernes funktion, og fordi der stadig er mange biler, der bruger de klassiske transmissionsteknologier i de kommende år.

Der bliver færre biler med **benzin- og dieselmotorer** i den samlede bilpark men der en forventning om, at opgaver med service og vedligehold på disse stadig vil fylde en stor del af mekanikernes arbejde i en kommende overgangsperiode. Dels er motoren en helt central og nødvendig komponent i bilerne, der skal fungere korrekt, og dels vil biler med forbrændingsmotorer være i drift i mange år endnu. Endelig er en vigtig grund også, at værkstederne fortsat skal kunne servicere hele bilparken, herunder både nye og ældre teknologier. Opgaver på ICE-motorer er således fortsat vigtige i en overgangsperiode.

Opgaverne på **elbiler** er vigtige og centrale i mekanikernes arbejde i dag. Det forventes, at elbiler kommer til at fylde endnu mere i bilparken, og at opgaver relateret til især **elmotorer, batterisystemer, højvoltssystemer**, assistentsystemer og digitale systemer vil fylde markant mere i fremtiden og blive endnu mere vigtige kerneområder. Opgaverne vil overvejende bestå af udskiftning og/eller reparation af komponenter og hele enheder, og kommer til at udgøre en væsentlig del af mekanikernes arbejde fremover. Området og opgaverne vil løbende blive stadig mere relevante og vigtige i takt med, at der kommer flere elbiler og at ICE-biler bliver udfaset.

Opgaver inden for **assistentsystemer** forventes at fylde væsentlig mere i mekanikernes arbejde fremover og det bliver en kernekompetence at kunne håndtere disse systemer korrekt og effektivt.

Det er et centralt område i forbindelse med sikkerhed, komfort og kundeoplevelser, især i takt med at elbiler, digitalisering og automatisering vinder frem, og det forventes også at blive centralt i værkstedernes drift. ADAS er i dag i stor udstrækning mærkespecifikke og ofte lukkede systemer. Det betyder, at mekanikernes opgaver overvejende bliver vedligehold, fejlfinding og udskiftning af hele enheder frem for reparation.

Det er forventningen, at opgaver med **elektronik og digitale systemer** vil fylde meget mere i mekanikernes arbejde fremover og blive en kerneopgave og en central del af værkstedsdriften. Det skyldes både flere systemer og øget integration samt at området er centralt for både sikkerhed, funktionalitet og kundetilfredshed.

Teknologiske udviklingstendenser

Bremser og bremsesystemer

Der er ikke sket større ændringer i de teknologier, der udgør bremsesystemerne i ICE-biler (Internal Combustion Engine). Grundlæggende set er de uændrede, og de hydrauliske bremsesystemer er standard i mange biler i dag. Øgningen i af antallet elbiler har medført, at tidligere brugte bremseteknologier er kommet tilbage, samtidig med at elbilernes regenerative bremsefunktion har ændret brugsmønstret på bremserne.

Der er sket – og sker fortsat – en øget integration mellem bremsesystemer, assistentsystemer og digitale systemer, hvor de tre sidstnævnte i dag spiller en stor rolle i bremsernes funktion, for eksempel CAN-bus og FlexRay. Integrationen og samspillet mellem flere systemer øger kompleksiteten i det samlede system, som bremserne skal fungere i, hvilket stiller nogle nye krav til mekanikernes kompetencer. Kompleksiteten i bremsesystemerne forventes yderligere øget grundet fortsat integration med assistentsystemer og software og indførelse af selvkørende teknologier.

Elbiler er generelt tungere end ICE-biler, hvilket er med til at øge belastningen på bremser og styretøj under bremsningen. Set over en længere periode reducerer regenerativ bremsning den mekaniske belastning på bremserne, men grundet elbilernes vægt, bliver der stillet større krav til, at bremserne fungerer korrekt, når de bliver brugt. Det stiller større krav til bremsernes kapacitet og funktionalitet, og det er blevet nødvendigt med bremser, der er større og kraftigere. I den forbindelse er **tromlebremser** kommet tilbage og indgår i mange elbiler, da de bedre understøtter den regenerative bremsning og kan laves større og mere lukkede end andre bremsetyper.

Regenerativ bremsning er en central del af elbilernes bremsesystem, hvor det overvejende er motoren, der bliver brugt til at bremse og genvinde energi. Denne ændring i brugsmønstret betyder, at bremseklodser og -skiver på de mekaniske bremser bliver brugt langt mindre, end de gør på ICE-biler, og der er derfor generelt mindre slid på komponenterne her. Det at komponenterne bliver brugt mindre, fører imidlertid til en øget risiko for, at de ruster hurtigere, sætter sig fast og bliver skæve.

Elektriske håndbremser er blevet standard. I stedet for mekaniske kabler anvendes nu to motorer, som kræver testudstyr for at nulstille og justere korrekt.

Break-by-wire systemer (EBS), hvor bremsefunktionen er elektronisk styret uden mekanisk forbindelse, ses som en realistisk mulig udvikling.

Styretøj og styretøjssystemer, hjul, dæk og undervogn

Der er ikke sket nogen større teknologiske ændringer inden for styretøj, hjul, dæk og undervogn i de senere år. Udviklingen på området er stabil, og det er vurderingen, at styretøj og hjul er baseret på samme grundlæggende mekaniske principper, som de har været i mange år. Styretøj, undervogn, dæk og hjul er centrale for bilernes funktionalitet, køreegenskaber og sikkerhed, og fejl kan have alvorlige konsekvenser. Opgaverne på området ændrer karakter, men ikke relevans, og det vil fortsat være et kerneområde i mekanikernes arbejde.

Elbiler er generelt tungere end ICE-biler og de accelererer hurtigere. Udbredelsen af elbilerne har blandt andet medført, at der kommer flere biler med en markant øget belastning og slid på undervogn, styretøj og dæk. Dette ændrer såvel slidmønstre som vedligeholdelsesbehov, samtidig med at det også stiller nye krav til værktøj, håndtering og præcision.

Der er også kommet flere assistent- og sikkerhedssystemer samt elektroniske og digitale systemer til på bilerne, der er integrerede med styretøjets funktioner og undervognen. Det er for eksempel CAN-bus. Der forventes en fortsat udvikling i retning af flere og mere avancerede og integrerede assistentsystemer, der har en betydelig rolle og påvirkning på både styretøj og undervogn. Flere kameraer, radarer og sensorer vil blive standard, og styretøjssystemer vil i stigende grad være koblet til selvkørende funktioner. Støj og vibrationer er blevet et mere fremtrædende område, da de er mere mærkbare i elbiler og kan opleves som gener.

Elbilernes vægt og accelerationsevne belaster og slider **styretøjs- og undervognskomponenter** som for eksempel bøsninger, ophæng og bærearme hurtigere. Dette stiller større krav til kvaliteten og holdbarhed af styretøj og undervogn samt mere vedligehold og reparation.

Elektroniske **undervogne**, der tidligere har været mere sjældne og overvejende forbeholdt premium- og luksusbiler, er blevet mere udbredte. De er stadig mest i de dyrere segmenter samt på premium elbiler og nogle mellemklasseelbiler, men forventes udbredt yderligere. Flere biler vil være udstyret med assistentsystemer, der understøtter selvjusterende affjedring og aktive stabilisatorer. Undervognene er også stivere i elbiler, hvilket er medvirkende til, at der er en større modtagelighed for ubalancer i hjul og dæk og følsomhed overfor vibrationer og støj. Den øgede opmærksomhed mod støj fra ubalancer er især drevet af, at elbiler i sig selv er mere lydløse end ICE-biler.

Hjul og dæk har ændret sig meget, og større og mere robuste hjul og dæk er blevet normen, da de tungere elbiler kræver det. Dækkene bliver slidt hurtigere på grund af bilernes større vægt og acceleration, og hjulskifte er sammen med balancering af dæk er blevet centrale opgaver. Skift af flere tunge hjul øger også behovet for fortsat at have opmærksomhed på brug af korrekt udstyr ved løft.

Overgang til **digitalt styretøj** uden mekanisk forbindelse, bliver nævnt som en realistisk mulighed, der blandt andet er afhængig af lovgivning på området.

Transmissioner og transmissionssystemer

Der er ikke sket nogen væsentlige teknologiske ændringer i transmissioner, transmissionssystemer, aksler og koblinger de sidste år. Brugen af manuelle gearkasser er blevet kraftigt reduceret, og de fleste ICE-biler har automatgear i dag. Der er derudover sket en udvikling væk fra reparation af gearkasser og koblinger hen mod udskiftning af hele enheder. Blandt andet ses i dag flere modulære/forseglede gearenheder, der ikke er designet, så de kan repareres. Automatgearkasser blev tidligere åbnet og repareret, men bliver i dag i stigende grad behandlet som komplette enheder, der bliver udskiftet med fabriksrenoverede enheder frem for at blive repareret lokalt. Der er i dag færre værksteder, der specialiserer sig i reparation af transmissioner, end der har været tidligere, og tendensen forventes at fortsætte.

De mange elbiler i bilparken medvirker til, at der ikke længere er behov for at kunne udføre service på gearkasser i samme omfang som tidligere. Elbiler har også en mekanisk transmission, men typisk kun

et gear og dermed ikke nogen gearskifte-funktion og langt færre bevægelige dele, der skal serviceres. Der er et eksempel på et bilmærke, der pt. arbejder med udvikling af et gearsystem med to gear, der i højere grad kan understøtte en optimeret udnyttelse af energien, end et-gearsystemet kan på elbiler.

Digitale kommunikationssystemer som CAN-bus og FlexRay-systemer anvendes i stigende grad til transmissioner, ligesom der også anvendes assistentsystemer i relation til kobling og drivlinjen. Det er forventningen, at brugen af disse vil stige. Et eksempel på et assistentsystem her er Hill Start Assist.

Manuelle gearkasser er ved at blive udfaset. Der er stadig mange biler med automatgear, der fortsat skal serviceres, men det klassiske transmissionsarbejde har ændret sig og består i højere grad af komponentudskiftning frem for reparation. **Koblinger** er fortsat en sliddel på bilen, men forventes også i stigende grad at blive behandlet som udskiftelige enheder, frem for komponenter der skal vedligeholdes og repareres. En stor del af opgaverne forventes udfaset over tid.

Elbilernes drivlinjer har introduceret en **ny type transmissionssystem**, hvor elmotoren driver hjulene direkte eller via en enkelt gearudveksling. Opgaver relateret til kraftoverførsel i elbiler vil få et større fokus og fylde mere. Mange af de klassiske komponenter og systemer i transmissionsområdet findes ikke på elbiler, hvilket fjerner behovet for at kunne arbejde med gearkasser, der har flere trin. Den teknologisk udvikling og ændringer i bilparken vil medvirke til, at fokus vil flytte til vedligeholdelse af de komponenter, der overfører kraft – her især aksler og differentialer.

Elbiler er tungere og har væsentligt flere kræfter end ICE-biler, hvilket ændrer belastningen på **aksler**ne. Det betyder, at komponenterne generelt slides anderledes og mere hurtigt, og at akslerne hurtigere kan blive skæve. Aksler er således stadig et centralt arbejdsområde, hvor der fortsat er brug for vedligehold og udskiftning af komponenter. Nogle elbiler anvender flere elmotorer per bil, hvilket introducerer og ændrer den klassiske **akselkonfiguration** i en retning mod et mere komplekst teknologisk system.

ICE-motorer

Ser vi alene på de mekaniske teknologier, der indgår i benzin- og dieselmotordelen på ICE-biler, er der ikke sket nogen væsentlige ændringer i disse de sidste mange år. Det er vurderingen, at teknologien er velkendt og at der kun vil være meget begrænset udvikling på området, og slet ikke i samme takt som teknologierne på elbiler gør. Selv om der ikke er sket større teknologiske ændringer, er der sket en forskydning i de typer af opgaver, der skal løses i forbindelse med forbrændingsmotorer.

Elbilerne har reduceret det samlede behov for klassisk motorservice i branchen, men der er stor forskel på, hvor meget opgaver med dette fylder på tværs af værkstederne. Samtidig er det blevet en udbredt praksis, at der bliver udført færre reparationer på komponentniveau i dag, end der gjorde tidligere, og de systemer og komponenter, der indgår i forbrændingsmotoren, bliver udskiftet frem for repareret lokalt.

Der har været en øget integration med assistentsystemer, elektroniske og digitale systemer, der fungerer sammen med motorstyringssystemer, og de spiller en stadig større rolle i motorstyring. Det er for eksempel Start-stop-systemet, der slukker motoren midlertidigt, når bilen holder stille ved for eksempel stoplys, for at spare brændstof og reducere emissioner.

Karburatoren er erstattet af avancerede **elektroniske brændstofindsprøjtningssystemer**, der har bedre brændstoføkonomi, og karburatorer findes på ældre biler i dag. Derudover er **partikelfiltre** på benzinmotorer blevet mere udbredte og mere avancerede, og opgaver med vedligehold er øget her.

Dieselmotorer er blevet udstyret med flere **emissionsreducerende systemer** som for eksempel AdBlue, EGR-ventiler og partikelfiltre, hvilket har gjort dem mere miljøvenlige, men også mere komplekse og fejlbehæftede at arbejde med. Selv om der bliver færre dieselbiler, forventes opgaver på dem at blive både mere komplekse og mere tidskrævende på grund af de mange emissionssystemer. Der er desuden også en forventning om, at kravene til emissionskontrol vil blive skærpet.

Elmotorer, batterier og andre systemer på elbiler

Der er sket en markant udvikling i elbilernes drivlinje, hvor dele som elmotor, batterier, onboard charger (OBC), og inverter er helt centrale. Udviklingen betyder blandt andet, at der er et stort fokus på elmotorer, batteripakker og software i dag. Elbils-området er i vækst, og der er en forventning til, at teknologierne på bilerne fortsat vil blive udviklet og forbedret. Det er forventningen, at opgaver med elbiler hurtigere vil dominere på autoriserede værksteder end på de frie værksteder blandt andet qua garantiordninger.

Elmotorer leverer i dag generelt langt højere ydelser end de tidligere har gjort. De kan være placeret foran, bagpå eller begge steder, hvor kompleksiteten af motorsystemet er større på sidstnævnte. Samtidig indeholder elmotorer færre bevægelige fysiske dele, hvilket reducerer risici for slid og mekaniske fejl på komponenterne. Dette ændrer behovet for serviceopgaver på bilerne.

Højvoltsbatterierne i elbiler er blevet bedre, herunder mere robuste og stabile, og det er forventningen, at der fortsat vil blive introduceret nye batterityper med forbedrede egenskaber som for eksempel højere sikkerhed eller længere levetid. Der ses en øget kompleksitet i batteriteknologier, der fungerer i samspil med andre integrerede styreenheder, som for eksempel Battery Management System (BMS), og digitale systemer. Det er ikke alle bilmærker, der tillader værkstederne at åbne højvoltsbatterierne og motorerne på deres biler. Det fremgår også af interviewene, at der er forskellige erfaringer og perspektiver på, i hvor høj grad mekanikere skal kunne udføre reparationer i forbindelse med disse dele.

- I det ene perspektiv er erfaringerne, at værkstederne endnu ikke må åbne batteripakkerne. Det betyder, at hvis der bliver fundet fejl i dem, skal de udskiftes som hele enheder. I dette perspektiv vil reparation ske af (for værkstederne:) eksterne professionelle firmaer eller hos bilproducenterne selv. Ombytningsbatterier og udskiftning med fabriksrenoverede enheder forventes derfor at blive mere almindelige.
- Det andet perspektiv peger på, at der allerede i dag bliver arbejdet med reparation af moduler og afbalancering og tæthedstest af battericeller på værkstederne. Samtidig er der begyndt at komme løse dele til elmotorer og batterier på markedet, hvilket kan indikere, at der sker en udvikling på området, hvor flere værksteder vil udføre flere opgaver med reparation og vedligehold af batterier frem for at udskifte hele enheder.

Varmepumpesystemer er blevet standard i mange elbiler. De bliver blandt andet brugt til at regulere batteriernes temperatur, hvorved de også bliver en del af drivlinjen. Samtidig indgår varmepumpesystemet også i samspil med airconditionanlægget om at varme/køle kabinen og sikre komforten her. Det, at varmepumper har multifunktionelle opgaver, gør systemet komplekst og

krævende at arbejde med, lige som den store brug af pumperne øger behovet for hyppigere vedligehold og reparation.

Især på elbiler er der en meget udbredt brug og integration af **assistentsystemer, elektroniske og digitale systemer**, hvor de er standard. De mange systemer, der fungerer sammen, er medvirkende til, at teknologierne på elbilerne er mere komplekse at arbejde med, end de er på mange ICE-biler. Opgaver med assistentsystemer, elektroniske og digitale systemer forventes at fylde endnu mere og blive endnu mere vigtige i mekanikernes arbejde.

Miljøkrav og affaldshåndtering vil blive skærpet, og korrekt bortskaffelse af batterier og væsker bliver en vigtig og integreret del af arbejdet med elbiler.

Assistentsystemer

Der har været en stor udvikling i antallet og kompleksiteten af avancerede assistentsystemer (ADAS) på bilerne. ADAS er blevet standard i mange nye biler, men der er særligt mange assistentsystemer i elbiler. Flere af systemerne er ikke som sådan nye, men de er blevet udviklet og markant forbedrede i de seneste år. Det er forventningen, at der fortsat vil komme flere og mere avancerede ADAS fremover, blandt andet som del af forberedelse til at gøre biler selvkørende.

ADAS anvender data fra **komponenter** som kameraer, radarer, sensorer og laser, der bliver brugt til automatisk at aktivere de mekaniske komponenter og systemer på forskellig vis (bremser, styretøj, transmissioner, motor m.m.). Det kan for eksempel være radarbaserede afstandsmålere i lane assist, der er koblet til styretøjet og automatisk nødbremsning. I undervognen kan det være kameraer og sensorer, der via data forudser vejens tilstand og på den baggrund justerer affjedringen i de adaptive støddæmpere. I selvkørende og semi-selvkørende biler er der placeret endnu flere radarer hele vejen rundt om bilen, der er koblet til bilernes bremse- og styretøjsfunktioner.

Samtidig med at der er kommet flere ADAS på bilerne, gør den **øgede integration,** at de fungerer i tæt interaktion og med stor afhængighed af hinanden. Dermed er kompleksiteten af samspillet mellem systemerne også øget. Integrationen gør, at hvis der opstår fejl i ét system, så kan de påvirke funktioner, der foregår i andre systemer. Hvis for eksempel et kamera fejler, så kan det påvirke både skiltegenkendelse, lane assist og adaptiv fartpilot, der igen kan påvirke både bremsernes og styretøjets funktionalitet. Det er forventningen, at udviklingen med øget integration fortsætter.

Integrationen øges yderligere, idet der også vil komme flere **digitale systemer** og styreenheder i bilerne, der også fungerer integreret med ADAS. Mange komfortsystemer styres i dag digitalt via bilens skærme eller en app, som for eksempel varme i kabinen og status på batteriet. Disse brugerflader er også blevet standard.

Den øgede integration medvirker til, at der er blevet større behov for **kalibrering** og justering af systemerne. Hvis for eksempel en kofanger, et sidespejl eller en rude er blevet af- og påmonteret i forbindelse med reparation, er der brug for at ADAS bliver korrekt kalibreret og justeret, da det ellers kan påvirke køretøjets køreegenskaber negativt. Præcis kalibrering og justering er især vigtigt på elbiler, der på grund af deres vægt og acceleration har en større belastning på de mekaniske komponenter og systemer i bilen. Kalibreringsteknologier er da også blevet mere udbredte, end de har været tidligere, på grund af behovet for at kunne foretage præcise kalibreringer.

Arbejdet med fejlfinding er i stigende grad blevet afhængigt af brug af **digitalt testudstyr og diagnoseværktøjer**, fordi der er kommet flere ADAS og digitale systemer på bilerne. Især på elbiler er et område som valg og brug af den rigtige type **olie i airconditionanlæg** blevet et kritisk problem, da påfyldning af en strømledende olie kan føre til en totalskade på en elbil. Der er derfor behov for skærpet opmærksomhed på brug af materialer, der er særlige for elbiler.

Elektroniske og digitale systemer

Der er sket et skifte fra et stort fokus på de mekaniske systemer i bilerne, til at elektroniske og digitale komponenter og systemer også fylder rigtig meget. Sidstnævnte er samtidig blevet mere komplekse. Især har elbiler bidraget til at introducere en række nye teknologier, hvor digitale styreenheder, software og netværkskommunikation mellem komponenter spiller en central rolle. Det er forventningen, at området fortsat vil udvikle sig.

Elektronik og software har en stadig større rolle i styringen af mange af bilens funktioner, og der er kommet mange flere kommunikationssystemer som **CAN-bus** og **FlexRay**, ligesom der også er kommet mange flere digitale styreenheder. Der er dermed kommet en større afhængighed af korrekte **softwarekonfigurationer og -opdateringer**.

Over-the-air opdateringer er blevet standard.

Mange **brugerflader** er blevet digitale – de fysiske knapper er blevet erstattet – og brugernes styring af alt fra infotainmentsystemer, varme og radio i kabinen til ladebokse og diverse ADAS sker nu digitalt. Softwareopdateringer er blevet en fast del af servicearbejdet og kræver testudstyr.

Fejl i elektroniske systemer er blevet en af de største udfordringer og fejlfinding og vedligehold foregår i stigende grad via **digitalt test- og diagnoseudstyr** og **softwarebaserede diagnoser**. Digitale værktøjer og software kan ligefrem være et krav fra fabrikanten i forhold til at sikre korrekt procedure i forbindelse med fejlfinding. I nogle tilfælde må værkstederne ikke selv udbedre fejl, men skal afvente producentens egne teknikere. Der er en forventning til, at der fremover vil være flere fejl i forbindelse med de digitale systemer og teknologier på bilerne.

Samtidig er **dokumentationskravene** steget meget og blevet en central del af arbejdet. Især forbindelse med garantisager, skal dokumentation indeholde testudskrifter, fejlkoder, billeder og præcise beskrivelser af fejl og reparationer. En vigtig del af dette arbejde foregår på digitalt testudstyr.

Opgaver i dag og fremadrettet

Kontrol og vedligehold

Selv om de mekaniske **bremser** på elbiler bliver brugt mindre og generelt har færre sliddele og mindre behov for traditionel service end ICE-biler, så betyder bilernes vægt, at bremserne bliver slidt hurtigere og dermed kræver mere opmærksomhed. Regenerativ bremsning, der fører til mindre og mere uregelmæssig brug af bremserne på elbiler, gør desuden, at bremserne er mere udsat for at ruste og sætte sig fast.

Det betyder, at selv om de fysiske bremser bliver brugt mindre, så bliver der flere opgaver, der handler om kontrol og forebyggende vedligehold af bremsekomponenterne. Fortsat vækst i antallet af elbiler vil øge brugen af regenerativ bremsning og dermed også øge mængden af disse opgaver.

Der er opstået nye fejltyper og behov for vedligehold, såsom rensning og smøring af elbilers bremser, da de ellers sætter sig fast. Mens anbefalingen tidligere var, at bremserne blev renset hvert andet år, er anbefalingen nu, at det bliver gjort årligt fordi bremserne ruster hurtigere. Afdrejning af bremseskiver med rust er en billigere løsning end udskiftning, og opgaven er vendt tilbage til værkstederne som praksis. Udskiftning af bremsekomponenter er også en opgave, der stiger i omfang.

Elbilernes større vægt og accelerationsevne og den øgede slitage som dette medfører på **styretøjssystemer, hjul, dæk og undervogn** betyder, at der bliver flere opgaver med mere forebyggende og systematisk vedligehold samt vurdering af slid og skader på komponenter og systemer. Der vil også være hyppigere udskiftning og vedligeholdelse af dæk, da de slides hurtigere. Støj og vibrationer er blevet et mere fremtrædende fokusområde, da det hænger sammen med komfort og kundetilfredshed. Der vil være flere opgaver relateret til håndtering af disse, herunder kontrol af bøsninger, ophæng og dækrundhed samt dialog om forventningsafstemning med kunder og forklaring af tekniske forhold i forbindelse med dette.

Automatgear bliver stort set alle udskiftet med nye gearkasser og ikke repareret lokalt. Det betyder, at der vil være et øget fokus på, at mekanikeren skal kunne håndtere opgaver relateret til kontrol og udskiftning. Vedligeholdelse af **kobling, aksler** og andre komponenter på drivlinjen vil fortsat være relevant.

Ved fejl på **forbrændingsmotorer** bliver de i stor udstrækning udskiftet med nye og ikke repareret lokalt. Det betyder, at der fremover vil være et øget fokus på, at mekanikeren skal kunne håndtere opgaver relateret til kontrol og udskiftning.

Der skal i stigende grad udføres basisservice på elbiler såsom kontrol af **elmotor**, bremser, hjul, dæk, væskeskift og lignende, ligesom der også vil blive flere opgaver med sikkerhedsarbejde ved **højspænding**, og de procedurer der er angivet her.

Servicesyn samt forberedelse af biler til **periodisk syn**, hvor kontrol og vurdering af komponenter og systemers tilstand er centralt, er stadig en vigtig opgave for mekanikerne. Bremser, styretøj, undervogn, transmissioner og motorer er centrale kontrolpunkter i forbindelse med klargøring til syn, og gennemgang og vurdering af køretøjernes sikkerhed bliver fortsat en vigtig opgave for flere mekanikere.

Fejlfinding og diagnose

Fejlfinding på de mekaniske systemer vil fortsat være en meget central og vigtig opgave, men der vil være et ændret ændre fokus i kravene til fejlfindingsopgaverne.

Der er fortsat brug for fejlfinding på bilernes **mekaniske komponenter og systemer**, herunder for eksempel **batterier** og **højspændingskomponenter**, der bliver en kerneopgave fremover. Det er forventningen, at opgaverne i stigende grad vil involvere fejlfinding på relevante **assistentsystemer, elektroniske og digitale systemer og softwareopdateringer**, samt de interaktioner der foregår i **grænsefladerne** mellem systemerne. Dette gælder især på elbiler, der har flere assistentsystemer og digitale systemer end ICE-biler.

Den høje **integration** mellem de mekaniske systemer, assistent- og digitale systemer gør, at de mekaniske systemers funktionalitet i høj grad er afhængige af, at de andre systemer fungerer helt korrekt, samtidig med at kompleksiteten i systemernes funktioner også er øget. Det medfører, at processen med at søge og finde fejl samt diagnosticere er blevet og fortsat vil være både en væsentlig og mere kompleks og tidskrævende opgave fremover.

Fejlene kan både være i de fysiske, elektroniske og digitale komponenter og systemer, og fejlfinding stiller derfor blandt andet krav til vurdering af, om en fejl skyldes software eller en fysisk komponent. Grundet de flere digitale systemer på bilerne handler fejlfinding i stigende grad om at lokalisere fejl i de **elektroniske og softwarestyrede systemer og komponenter**, og samlet set er det forventningen, at der vil blive brugt mere tid med dette og mindre tid med fejlfinding på de mekaniske komponenter og systemer. Dette er især relevant for elbiler og nyere biler med for eksempel flere selvkørende funktioner, der har flere af de digitale teknologier end bilerne i den ældre del af bilparken.

En væsentlig del af de opgaver, der handler om at stille **diagnoser**, består i at kunne vurdere de informationer og **fejlkoder**, som testudstyr giver. En fejlkode kan vise, hvor der er et problem i systemet, men ikke nødvendigvis, hvorfor problemet er der, eller hvor det stammer fra. Opgaven med at diagnosticere indeholder derfor både en analyse og vurdering af fejlkoderne og en afsøgning af mulige og realistiske fejl, der kan være i de forskellige systemer på bilerne og grænsefladerne mellem disse. Jo mere komplekse systemerne er, og jo mere de fungerer i et integreret samspil med hinanden, jo større krav stiller det til mekanikerens analyse og vurdering af, hvad der kan være problemet, og hvor fejlen kan befinde sig i den konkrete situation.

Mange fejl bliver i dag identificeret og håndteret via **digitalt testudstyr og værktøj**, og der vil være et øget brug af disse til at løse disse opgaver, herunder brug af logfiler og fejlkoder til at identificere fejl. En del af dette udstyr vil være avanceret at bruge. I nogle tilfælde vil fabrikanternes forskrifter betyde, at der skal anvendes digitale værktøjer i forbindelse med fejlfinding, hvis de angivne procedurer skal overholdes.

Reparation/udskiftning/opdatering, kalibrering og justering

Reparationer ses overvejende på bremser, styretøj og undervogn og aksler, mens transmissioner og motorer med fejl i højere grad bliver udskiftet med nye enheder, hvis de ikke fungerer. I forhold til reparation af batteripakker på elbiler, er der i dag forskel på de procedurer, som forskellige bilmærker

følger; på nogen må mekanikerne gerne åbne batteriet og udskifte cellerne samt udføre afbalancering og tæthedstests. På andre biler er proceduren, at batteripakkerne skal udskiftes som hele enheder.

Der bliver stillet større krav til, at især assistentsystemerne er **kalibreret** og **justeret** præcist og korrekt, for at sikre den korrekte funktionalitet og dermed også den nødvendige sikkerhed. Ud over sikkerhed har kvaliteten og præcisionen af kalibrering og justering også stor betydning for slitage og komfort. Dette er især relevant i forbindelse med de tungere elbiler, der benytter mange af disse systemer, hvor der er stort fokus på præcision i kalibrering af bremsesystemer, sporing og kalibrering af styretøjssystemer samt afbalancering af hjul og dæk. Konsekvenser af forkerte indstillinger er skævt og hurtigere slid af komponenter, hvilket fører til behov for hyppigere udskiftning af disse dele. Derudover kan der også komme mere mærkbare vibrationer i bilen, end der ellers ville være. Det betyder, at de tolerancer, der tidligere har været arbejdet med i forhold til for eksempel sporing og afbalancering af hjul og dæk, er blevet væsentligt snævrere i elbiler, hvilket stiller større krav til mekanikerens evne til at arbejde med større præcision i opgaveløsningen. Det er forventningen, at kalibreringsudstyr fortsat vil blive udviklet og forbedret, hvilket kan føre til yderligere skærpede krav til, at systemerne bliver korrekt og præcist kalibrerede.

Den øgede digitale styring af de mekaniske systemer medfører, at flere fejl er relateret til softwaren, og **opdateringer af software** bliver i stigende grad brugt som løsning på de fejl, der bliver fundet.

Givet at systemerne er mere komplekse og integrerede, er kalibrerings- og justeringsopgaverne også blevet mere komplekse at udføre. Opgaverne er blevet en fast del af arbejdsgangen i dag og vil fylde mere i mekanikerens arbejde fremover. Opgaverne vil desuden blive stadig mere vigtige i takt med, at selvkørende funktioner bliver øget. Der vil fortsat være behov for reparation og udskiftning af de mekaniske/fysiske komponenter, men disse opgaver vil fylde mindre i den samlede opgaveportefølje.

Dokumentation

De seneste år har bilernes teknologiske udvikling medført en stor stigning i mængden af data, og kravene til mængden af dokumentation og mere detaljeret og præcis dokumentation er steget. Dokumentation er blevet digital og visuel og har til formål at tilgodese krav hos både producenter, forsikringsselskaber og kunder.

Flere digitale systemer og mere softwarestyring har medvirket til en udvikling hen mod at dokumentation og datahåndtering er blevet centrale elementer i mekanikerens daglige arbejde, især i forbindelse med garantisager og kundedialog. Det er forventningen, at opgaver relateret til dokumentation og datahåndtering vil fylde mere fremover og fortsat være en meget vigtig opgave.

Digitale dokumentationssystemer bruges blandt andet til at sikre sporbarhed i reparationer herunder for eksempel at dokumentere, at den rette procedure er blevet fulgt, vedlægge udskrifter af tests, fundne fejlkoder, beskrive dele, der er blevet udskiftet, billeder/videoer, udført arbejde med opdateringsversioner. I forbindelse med garantisager er det meget centralt, at mekanikerne overholder producenternes dokumentationskrav.

Derudover bliver dokumentation også brugt i forbindelse med kundeservice. Det kan være til at kommunikere og skabe synlighed om hvad der er fundet af fejl på bilen, til at være i dialog med kunden om hvad der skal udbedres, for derefter kunne vise hvad der er løst af opgaver på bilen ved hjælp af for eksempel billeder og videoer.