

ARBETSRAPPORT 1223-2024

Lagstiftningen som reglerar autonoma transporter i terräng

Arbetspaket nr 6 i projekt Autoplant – lagar, regler och lobbyarbete

Gert Adolfsson, Skogforsk
Anneli Lundmark, Skogstekniska klustret



AI-genererad bild producerad med hjälp av Copilot.

Innehåll

Innehåll	2
Förord	4
Summary	5
Sammanfattning	6
Inledning	8
Teknologiska framsteg för autonoma maskiner	8
Operational design domain	9
Rådande lagstiftning	10
Internationellt	10
EU	10
EU:s genomförandeförordning	10
Maskindirektivet blir maskinförordningen	11
EU:s AI-förordning.....	11
Fjärde körkortsdirektivet	12
Sverige.....	12
Utmaningar för framtiden	13
Tekniska utmaningar.....	13
Juridiska och regulatoriska utmaningar	13
Säkerhets- och integritetsfrågor	13
Allmänhetens acceptans	13
Rekommendationer till lagstiftaren att överväga	14
Juridiska och regulatoriska rekommendationer	14
Tekniska och säkerhetsmässiga rekommendationer	14
Ekonomiska och sociala rekommendationer	14
Rekommendationer till utvecklare och tillverkare	15
Tekniska rekommendationer	15
Säkerhet och ansvar.....	15
Utökad nationell samverkan för FoU	15
Slutsatser	16
Referenser	17



skogforsk

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 6 november 2024 av Gert Andersson, programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 21 november 2024.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2024 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport har tagits fram inom ett samverkansprojekt med titeln *Autoplant 3 – autonom skogsförnygring för en hållbar bioekonomi* (dnr 2023–02747). Projektet genomförs 2024–2026 av Skogforsk, Luleå tekniska universitet, KTH, Bracke Forest, Skogstekniska klustret, SCA, Södra, Sveaskog, Holmen och Stora Enso. Arbetet finansieras av projektparterna och Vinnova (Sveriges Innovationsmyndighet) inom ramen för Utmaningsdriven innovation (UDI). UDI finansierar samverkansprojekt som långsiktigt arbetar med att lösa samhällsutmaningar för att bidra till hållbarhetsmålen i Agenda 2030. Projektets mål är därför att ta fram ett autonomt markberednings- och planteringssystem med hög precision, låg miljöpåverkan och god arbetsmiljö. I steg 3 ligger fokus på att skala upp testerna av de system som togs fram i steg 2, så att de kan vidareutvecklas till prototyper, samt att ta fram en kommersialiseringsplan. Arbetet är uppdelat i sex arbetspaket: (AP1) Autonom markberedning och plantering, (AP2) Perception, detektion och kvalitetsmätning, (AP3) Skonsam terrängkörning, (AP4) Arbetsmiljö och människa-maskininteraktion, (AP5) Ny skog snabbt och bättre med minskad markpåverkan, samt (AP6) Lagar, regler och lobbyarbete. Denna rapport är en del av AP6 där målet är att undanröja hinder för våra innovationer genom att identifiera nödvändiga lagändringar, föreslå nya regler för autonoma fordon i skogsbruket samt bedriva lobbyarbete för att dessa ändringar ska bli av.

Rapporten bör ses som ett komplement till de tidigare rapporterna inom det Vinnova-finansierade projektet AUTO2 (UDI steg 2, dnr 2018–03344). Författarna har därför valt att fokusera på nya EU-förordningar och direktiv som anpassat sig efter den digitala tidsåldern och autonoma fordon. Utifrån gällande lagstiftningsläge har rekommendationer tagits fram till såväl lagstiftare som teknikutvecklare. Önskas en mer heltäckande redogörelse av de lagar och regler som reglerar autonoma fordon i trafik hänvisas läsaren till tidigare rapporter inom AUTO2.

(<https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2020/auto-2-regelverk-for-terrangtransporter--kopplat-till-automation/>)

Linnea Hansson, projektledare Autoplant 3

och författarna Anneli Lundmark, Skogstekniska klustret, och Gert Adolfsson, Skogforsk

Uppsala den 9 oktober 2024

Summary

Legislation for autonomous vehicles in forestry is undergoing significant change, with the aim of adapting the regulatory framework to technological advances while ensuring environmental and safety requirements. Legislation such as the EU Machinery Regulation and the AI Act are results of technological advances, but several technical and legal barriers remain regarding implementation of autonomous forest machines.

On the technical side, ongoing work includes developing robust and safe systems for operating in diverse forest environments, managing obstacles and weather conditions, with sufficient reliability to ensure safety. An autonomous vehicle must navigate with high precision in the terrain, and its systems must be sufficiently sophisticated to respond to sudden changes in the environment.

On the legal side, questions about liability in the event of accidents or technical failures remain, which is particularly important for building trust in autonomous systems. Cybersecurity is also a central issue, as connected vehicles are at risk of both physical and digital attacks. Further development of national and international standards is required to ensure that autonomous forest machines can be used safely and effectively.

To drive the development of autonomous machines forward, it is recommended that legislators focus on creating clear rules for liability, standards, and certification processes. Developers and manufacturers should focus on integrating safety requirements into their design and developing systems capable of handling unexpected situations. Rigorous testing in various forest environments is crucial for validating the safety of autonomous machines, and it is important to ensure that all collected data is handled securely and ethically.

Through careful risk assessments, strict safety requirements, and flexible legislation, autonomous forest machines can become an essential part of the sustainable forestry of the future.

Sammanfattning

Autonoma maskinsystem har potential att revolutionera svenskt skogsbruk och stärka landets konkurrenskraft. Genom att främja hållbar utveckling och innovation inom detta område kan Sverige positionera sig som en ledande aktör inom både skogsbruk och maskintillverkning. Detta inkluderar att stödja forskning och utveckling samt att skapa incitament för företag att investera i hållbara teknologier.

De största hindren för autonoma skogsmaskiner tycks vara en kombination av olika tekniska utmaningar och regulatoriska begränsningar. Det är möjligt att köra autonoma skogsmaskiner i skogen, men det kräver att man uppfyller en rad säkerhets-, miljö- och lagkrav samt att maskinerna genomgår omfattande godkännandeprocesser.

Regelutveckling pågår för att möjliggöra autonoma fordon på EU:s marknad. Ansvar vilar på både lagstiftare och tillverkare för att driva utvecklingen av autonoma maskiner. Lagstiftaren måste erkänna den tekniska utvecklingen, där förarens roll gradvis ersätts av algoritmer och maskinsystem. Samtidigt måste utvecklare och tillverkare kunna bevisa och validera att maskinerna är säkra och kan kommunicera med omgivningen. Först när det är garanterat att maskinerna uppfyller samtliga lagkrav kan autonoma skogsmaskiner tas i produktion.

Hur kan denna långsiktiga förändringsresa vara uthållig och effektiv över tid? Kanske krävs större, långsiktiga sektoröverskridande forsknings- och innovationsprojekt, vars syfte är att öka samverkan mellan olika sektorer och på så vis främja utvecklingen och implementeringen av svenska autonoma maskinsystem, exempelvis inom både skogs- och jordbrukssektorn.

Lagstiftningen för autonoma transporter i terräng genomgår stora förändringar. Målet är att anpassa regelverket till den tekniska utvecklingen och samtidigt säkerställa miljömässiga och säkerhetsmässiga krav.

Nya regelverk såsom EU:s maskinförordning och AI-akten är både en konsekvens av och ett svar på den snabba tekniska utvecklingen. Trots juridiska framsteg återstår flera tekniska och juridiska hinder för implementeringen av autonoma skogsmaskiner.

På den tekniska sidan handlar det om att utveckla robusta och säkra system som kan fungera under varierande skogsmiljöer, hantera hinder och väderförhållanden samt vara tillräckligt tillförlitliga för att garantera säkerhet. Ett autonomt fordon måste kunna navigera med hög exakthet i terrängen, och dess system måste vara avancerade nog för att reagera på plötsliga förändringar i miljön.

På den juridiska sidan kvarstår frågor om ansvarsfördelning vid olyckor eller tekniska fel, vilket är särskilt viktigt för att bygga förtroende för autonoma system. Cybersäkerhet är också en central fråga, då uppkopplade fordon riskerar att utsättas för både fysiska och digitala attacker. Det krävs ytterligare utveckling av nationella och internationella standarder för att säkerställa att autonoma skogsmaskiner kan användas på ett säkert och effektivt sätt.

För att främja utvecklingen av autonoma maskiner rekommenderas att lagstiftaren fokuserar på att skapa tydliga regler för ansvar, standarder och certifieringsprocesser. Utvecklare och tillverkare bör fokusera på att integrera säkerhetskrav i utvecklingen av maskinen och därmed utveckla system som kan hantera oväntade och komplexa situationer under olika förutsättningar.

Det är viktigt att utföra noggranna tester i olika typer av skogsmiljöer för att säkerställa att autonoma maskiner är säkra att använda. Dessutom måste alla insamlade data hanteras på ett säkert och etiskt sätt inom ramarna för gällande lagstiftning. Genom att göra noggranna riskbedömningar, följa strikta säkerhetskrav och ha en flexibel lagstiftning, kan autonoma skogsmaskiner bli en viktig del av ett framtida hållbart skogsbruk.

För att framtida lagstiftning om autonoma skogsmaskiner ska vara effektiv, hållbar och säker, bör flera aspekter beaktas. En tydlig reglering av ansvarsfrågan vid olyckor och incidenter är nödvändig för att både allmänheten och industrin ska acceptera tekniken. Samtidigt behöver regler för datahantering och integritet, med hänsyn till de stora datamängder dessa maskiner samlar in, finnas på plats. Miljölagstiftning bör också justeras för att inkludera specifika egenskaper hos autonoma maskiner, såsom energiförbrukning och koldioxidutsläpp.

För att garantera säkerheten föreslås utveckling av standarder och riktlinjer för autonoma system, inklusive krav på säkerhet, prestanda och tillförlitlighet. Regelbundna uppdateringar och kvalitetskontroller bör också genomföras för att säkerställa att systemen följer de senaste säkerhets- och AI-standarderna. Certifieringsprocesser för autonoma maskiner är viktiga för att säkerställa att alla säkerhets- och miljökrav uppfylls innan de får användas kommersiellt. Dessutom bör cybersäkerheten stärkas för att skydda systemen mot potentiella attacker.

På den ekonomiska och sociala fronten är det avgörande att främja samarbete mellan akademi, industri och myndigheter för att säkerställa att lagstiftningen utvecklas i takt med teknologiska framsteg. Detta samarbete bör även inkludera kunskapsutbyte och utbildningsinsatser för att hålla industrin uppdaterad. Genom att stödja forskning och innovation kan Sverige positionera sig som en ledande aktör inom skogsteknik.

Inledning

Skogsbruket är en central del av den globala ekonomin, men står inför stora utmaningar. Bristen på arbetskraft för den krävande och manuella planteringen, låga överlevnadsgrader för plantor och ständigt ökande kostnader skapar hinder för en hållbar och effektiv skogsproduktion. Enligt Skogforsk (Eliasson 2024) har kostnaderna för skogsbruk ökat kraftigt, där exempelvis kostnaden för plantering på egen skogsmark stigit med 13 procent och röjning med 19 procent på bara ett år. Båda dessa arbetsintensiva skogsvårdsåtgärder utförs till stor del manuellt. I samma rapport framgår att markberedning kostar cirka 3 400 kr/ha i södra Sverige och cirka 3 100 kr/ha i norra Sverige. Kostnaden för plantering uppgår till cirka 9 200 kr/ha i södra Sverige och 6 200 kr/ha i norra Sverige.

Genom att öka automationen inom skogsbruket genom autonoma markberednings- och planteringssystem kan branschens utmaningar bemötas, samtidigt som både effektiviteten och hållbarheten förbättras. Framgångsrika systemlösningar inom skogsbruket kan stärka den svenska skogsindustrins position internationellt. Utvecklingen av effektiva autonoma maskinsystem kan dessutom öka konkurrenskraften för svenska maskintillverkande företag inom skogssektorn och skapa nya affärsmöjligheter. Detta stärker i sin tur förutsättningarna för att allokeras fler resurser till viktigt forsknings- och innovationsarbete (FOI) för utvecklingen av autonoma maskinsystem.

För att möjliggöra kommersialiseringen av autonoma skogsmaskiner i terräng krävs omfattande insatser från både från utvecklare och lagstiftare. Det behövs nya säkerhetssystem och maskinhanteringslösningar, samt ett regelverk som tar hänsyn till att framtidens maskiner inte kommer att ha en fysisk förare i hytten.

Syftet med denna rapport är dels att analysera den nuvarande regleringen kring autonoma skogsmaskiner, dels att ge rekommendationer för hur lagstiftning och teknikutveckling kan samordnas för att undanröja hinder och möjliggöra kommersialisering inom skogsbruket.

Samverkansprojektet Autoplant ska identifiera nödvändiga lagändringar samt föreslå nya regler för autonoma fordon inom skogsbruket.

Rapporten ger en nulägesanalys av de regler och lagar som påverkar autonom körning i terräng och bygger vidare på de tidigare arbetsrapporterna Auto2: Regelverk för terrängtransporter kopplat till automation (Wahlberg m.fl. 2020) och Auto2: Säkerhet, lagar och regler (Lundmark m.fl. 2020).

Inom denna rapport kommer begreppet "skogsmaskin" att användas för att beskriva fordon och maskiner som används inom skogsbruket. Med skogsmaskiner avses främst maskiner som är specialdesignade för att arbeta i skogsmiljöer, såsom skördare och skotare. Detta begrepp används för att skapa en tydlig och enhetlig referens genom hela rapporten.

Teknologiska framsteg för autonoma maskiner

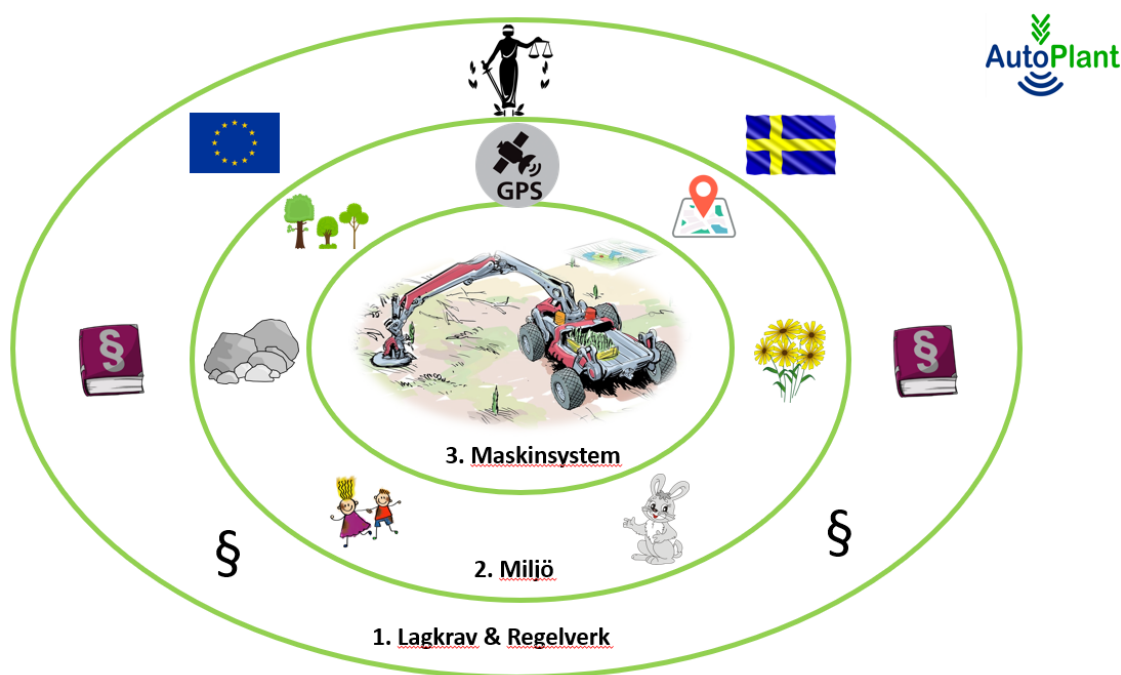
Den tekniska utvecklingen inom skogsbruket har lett till mer effektiva och säkra skogsbruksåtgärder med en ökande grad av autonomi och precisionsstyrning. I takt med de teknologiska framstegen uppstår nya aspekter att överväga som till exempel cybersäkerhet och säkerhet för människor som befinner sig i maskinens närhet. Maskinen och dess system måste utvecklas för att kunna navigera autonomt i terräng. Dessutom måste maskinen vara anpassad efter den miljö den ska verka i, då olika miljöer ställer olika krav på maskinernas funktion och efterlevnad av lagar och regler.

Även om tekniken i grunden kan vara densamma, kan regleringen variera beroende på miljöns komplexitet. Därför har den snabba tekniska utvecklingen skapat ett behov av en lagstiftning som är bättre anpassad till den digitala utvecklingen. Historiskt sett har lagstiftningen kring autonoma, förarlösa maskiner varit svår att tolka utifrån ett skogsbruksperspektiv och upplevts som en gråzon (Lundmark m.fl. 2020).

Från skogsbranschens sida finns ett växande intresse för ökad automation för att möta hållbarhetsutmaningar kopplade till biologi, ekonomi och arbetsmiljö. För teknikleverantörer ligger utmaningen i att den tekniska utvecklingen befinner sig inom ramarna för gällande lagar och regelverk.

Balansgången mellan viljan att utveckla ny teknik och samtidigt undvika risker kan vara svår att upprätthålla.

När tekniken fungerar, är lönsam och tillför värde, kan ny teknik snabbt få genomslag. Till skillnad från fordonsindustrin, där fordonen rör sig på allmänna vägar, befinner sig skogsmaskiner på mer avlägsna platser i en komplex terräng med stor variation, men med mindre förekomst av andra fordon och människor jämfört med till exempel en stadsmiljö.



Figur 1. Bilden visar de olika lager som finns gällande autonoma fordon. Samtliga lager måste samspela med varandra. Illustration: Gert Adolfsson

Operational design domain

För att fullt ut förstå komplexiteten i de utmaningar som autonoma fordon ställs inför kan vi titta på deras operativa funktionsområde (*operational design domain*, ODD). ODD är ett viktigt koncept för autonoma fordon, och däribland skogsmaskiner, och definierar de specifika förhållanden under vilka ett autonomt system är designat att fungera korrekt. Detta inkluderar både miljömässiga och operativa faktorer. För autonoma skogsmaskiner spelar omgivningen och miljön en avgörande roll i utformningen av deras operativa funktionsområde. Den faktiska miljön som fordonet kommer att

verka i avgör kraven på maskinen men också vilka lagar och regler som appliceras. Förenklat kan en miljö bestå av enbart autonoma fordon, en annan miljö av enbart människor och ytterligare en miljö av både människor och fordon.

Kommersiella autonoma skogsmaskiner är tänkta att verka i en miljö där både människor och autonoma maskiner förekommer, vilket gör att det operativa funktionsområdet blir mer komplext. Dels måste systemen kunna upptäcka och reagera på människor för att undvika olyckor, dels måste det finnas en förmåga att anpassa sig till oförutsedda mänskliga beteenden och förändringar i arbetsmiljön. Skogsmaskiner måste kunna navigera i varierande och ofta utmanande terräng, däribland branta sluttningar, ojämn mark och tät vegetation. Detta kräver avancerade sensorer och navigationssystem. Dessutom måste maskinerna kunna fungera under olika väderförhållanden, såsom regn och snö. Genom att noggrant definiera och testa ODD för autonoma skogsmaskiner kan utvecklare säkerställa att maskinerna fungerar pålitligt och säkert under de förhållanden som de är designade för.

Rådande lagstiftning

Lagstiftningen som reglerar autonoma transporter i terräng är omfattande, och kommer sannolikt att revideras och skärpas ytterligare, särskilt när det gäller miljöaspekter och maskinernas påverkan på naturen och den biologiska mångfalden.

Sedan 1 januari 2021 finns en formell definition av autonoma fordon i Förordning (2017:309) om försöksverksamhet med automatiserade fordon, 2§. Definitionen lyder: *“fordon som har ett automatiserat körsystem som självständigt kan kontrollera och föra fordonet under hela eller en del av färden”*. Nedan finns en sammanställning och kort beskrivning av de tillägg till lagstiftningen som påverkar autonoma transporter och maskinarbete i terräng.

Internationellt

Wienkonventionen om vägtrafik (United Nations 1968) har betydelse för regleringen av traditionella fordon och förare. Med framväxten av autonoma fordon har Wienkonventionens relevans och tillämpning blivit föremål för granskning. De grundläggande principerna i konventionen, som kräver att varje fordon ska ha en förare som hela tiden kan kontrollera fordonet, har skapat juridiska utmaningar för implementeringen av helt autonoma fordon. För att möta dessa utmaningar har vissa justeringar och tillägg till konventionen gjorts. 2016 antogs en ändring som tillåter användning av system som kan påverka fordonets rörelse så länge systemet kan avbrytas eller överstyras av en förare när som helst (UNECE 2016). Även om Wienkonventionen primärt gäller vägtrafik, och skogsbruket behöver en annan typ av reglering, har den betydelse för hur autonom teknik regleras. Det konventionen signalerar är lagstiftarens syn på människa-maskin och den tekniska utvecklingens utmaning av begreppet förare. För en fullständig anpassning till skogsbruket behöver man komplettera med nationella och internationella standarder och regler som är anpassade för de specifika användningsområdena.

EU

EU:s genomförandeförordning

I juli 2022 antogs kommissionens genomförandeförordning (EU) 2022/1426. Förordningen fastställer regler för tillämpning av förordning (EU) 2019/2144 om krav på typgodkännande. Förordning (EU) 2019/2144 innehåller bestämmelser om säkerhetskrav och typgodkännande för motorfordon och deras komponenter och inkluderar krav på uppfyllande av EU:s säkerhetsstandarder.

Förordning (EU) 2022/1426 innehåller i sin tur tekniska krav för fordon som är helt automatiserade och som kan framföras utan en förare på plats i fordonet. De automatiserade fordon som uppfyller de tekniska kraven kan därmed sättas på marknaden. Hittills har ingen tillverkare hävdats att de uppfyller de tekniska kraven för att kunna introducera en sådan produkt på marknaden. Förslaget innebär att det är den fysiska person som aktiverar det automatiska körsystemet som kan anses vara förare av fordonet.

CE-märkning av produkter utgör en viktig del i att säkerställa att produkter som säljs inom EU uppfyller kraven på säkerhet, hälsa och miljöskydd. När det gäller autonoma fordon blir CE-märkningen central för dels hela fordonet, dels dess enskilda komponenter. För att ett autonomt fordon ska få säljas inom EU måste det uppfylla alla relevanta EU-direktiv och -förordningar. Detta innebär att fordonet som helhet måste genomgå en bedömning av överensstämmelse och uppfylla alla gällande säkerhetskrav.

Varje enskild komponent och system inom det autonoma fordonet, såsom sensorer, kameror och styrsystem måste också vara CE-märkta om de omfattas av specifika EU-krav. Detta säkerställer att varje komponent är säker och fungerar korrekt inom hela systemet.

Att varje enskild komponent klarar kraven för CE-märkning innebär inte automatiskt att hela fordonet är CE-märkt eller att man skulle klara av kraven för det. Om man inte kan CE-märka hela fordonet, trots att dess komponenter är CE-märkta, kan fordonet inte säljas eller användas inom EU. Det är avgörande att alla delar i systemet fungerar säkert tillsammans och därför genomförs en helhetsbedömning.

Maskindirektivet blir maskinförordningen

EU:s maskinförordning 2023/1230 är den senaste förordningen som ersätter det tidigare maskindirektivet 2006/42/EG. Denna förordning harmoniserar därmed lagstiftningen inom hela EU.

Förordningen trädde i kraft sommaren 2023 och ska börja tillämpas 2027. Syftet med förordningen är att fastställa hälso- och säkerhetskrav för konstruktion och tillverkning av de maskiner som kommer att säljas inom EU:s inre marknad, inklusive Sverige.

Förordningen tar särskilt hänsyn till nya teknologier och är ett resultat av utvecklingen av avancerade maskiner som är mindre beroende av mänskliga operatörer. Förordningen tar fasta på den snabba utvecklingen av AI och robotteknik samt vilka risker som detta innebär. Förordningen innehåller också skrivelser om cybersäkerhet samt tar höjd för ökad användning av AI genom kravställning på maskinen. Till viss del krävs en bedömning av tredje part för att säkerställa att produkten uppfyller kraven. Det är tillverkaren som ska säkerställa säkerheten.

För tillverkare av autonoma skogsmaskiner innebär detta specifika krav på noggranna riskbedömningar, anpassade för de unika förhållandena i skogsmiljöer, och en noggrann utvärdering för att säkerställa säkerhet och hållbarhet i denna typ av komplexa miljöer.

EU:s AI-förordning

Förordning (EU) 2024/1689, eller den så kallade AI-akten, är sprungen ur EU:s digitala strategi med syfte att säkerställa att AI-system som används på EU:s inre marknad är säkra, respekterar mänskliga rättigheter och främjar innovation och investeringar inom AI. AI-akten är den första omfattande rättsliga ramen för AI i världen och trädde i kraft den 1 augusti 2024. Lagstiftningen kategoriserar AI-applikationer i olika risknivåer för att anpassa de regulatoriska reglerna därefter – från förbjudna AI-system till AI-system med minimal risk. Ju högre risknivå, desto strängare krav på riskreducering, säkerhet och transparens. Det gäller att AI-systemen kan hantera oväntade situationer och att det finns mekanismer för att ingripa vid fel. Det inkluderar att säkerställa att systemet inte orsakar skador på människor och djur.

AI-akten innehåller flera undantag för att säkerställa att viss AI-användning inte omfattas av de strikta reglerna. Bland annat undantas AI-system som används för personliga ändamål, militära ändamål, försvars- och nationella säkerhetsändamål samt för forskningsändamål. Syftet med undantagen är att främja forskning och utveckling samtidigt som grundläggande rättigheter och säkerhet inom EU skyddas.

När det gäller motordrivna fordon ska nya krav för AI som används i fordon definieras i de befintliga sektorspecifika ramverken (typgodkännandesystemet). Bilindustrin är undantagen från AI-akten, men reglerna kommer i framtiden att införlivas i EU:s förordning för godkännande av motorfordon. Användningen av AI i fordon kommer alltså att regleras av ett särskilt rättsligt ramverk. Det är viktigt att notera att dessa undantag och integreringar är avsedda att balansera regleringen med innovation och säkerställa konkurrenskraften och attraktiviteten hos EU:s fordonsindustri. Trots att skogsbranschen delvis undantas från AI-akten, förväntas förordningen ändå påverka autonoma skogsmaskiner, särskilt genom framtida tillägg eller inkludering i EU:s typgodkännandeprocess för fordon som används utanför vägtrafiken. Det är viktigt att noggrant bedöma den specifika användningen av skogsmaskinerna för att avgöra vilka regleringar som gäller. Ju mer kritiska tillämpningar maskinen har, desto viktigare är det att systemen är robusta, säkra och transparenta.

Fjärde körkortsdirektivet

Under våren 2024 röstade EU-parlamentet om det fjärde körkortsdirektivet (STR 2024). Efter lång behandling av frågan har parlamentet nu godkänt förslagen. Förändringarna har som syfte att förbättra trafiksäkerheten och stödja EU:s gröna och digitala omställning. Förslaget är heltäckande men tar upp fördelarna, begränsningarna och riskerna med avancerade förarsystem. Förslaget välkomnas, inte minst av Sverige, då nuvarande direktiv är i behov av en översyn. Förslaget kan bidra till en ökad trafiksäkerhet och fri rörlighet för medborgarna samtidigt som reglerna tar hänsyn till ny teknik, den gröna omställningen av transportsektorn och ger förutsättningar för att minska bristen på yrkesförare. Hur direktivet ska förhålla sig till autonoma fordon är ännu oklart.

Sverige

Medan EU tar stora steg för att anpassa lagstiftningen till den digitala tidsåldern, har även Sverige inlett arbetet med att anpassa sin nationella lagstiftning för autonoma fordon och EU:s lagstiftning. Bland annat återstår fortfarande det nationella kravet på att autonoma fordon ska ha en förare, även om det är möjligt att genomföra tester med förarlösa fordon under specifika förutsättningar (Landsbygds- och infrastrukturdepartementet 2023). Det nationella arbetet har resulterat i en promemoria om automatiserad körning i Sverige som ska linjera med EU-förordningen. Där föreslås en ny förordning om helautomatiserade fordon för att uppfylla kommissionens krav i genomförandeförordningen.

Den nationella lagstiftningen som har betydelse för autonoma transporter i terräng går att läsa i den tidigare rapporten för Auto2 (Wahlberg m.fl. 2020).

Utmaningar för framtiden

Det finns flera hinder som påverkar kommersialiseringen av autonoma fordon. Utmaningarna återfinns inom såväl lagtexten som teknikutvecklingen.

Tekniska utmaningar

- Tekniken för säkerhetssystemen måste utvecklas i takt med den autonoma tekniken. Maskinens hastighet och vikt påverkar risknivån, och skogsmaskiner är ofta stora, tunga och har rörliga delar med varierande hastigheter. Detta, tillsammans med den komplexa miljön i skogen, gör att säkerhetssystemen måste vara mycket avancerade. När man dessutom tar hänsyn till yttre faktorer som ljus, regn och damm, blir det tekniska kravet ännu högre.
- Skogsmaskiner måste kunna navigera i varierande och ofta svår terräng. Detta kräver avancerade sensorer och algoritmer för att undvika hinder och optimera körvägar.
- Robusthet och tillförlitlighet är centralt för autonoma maskiner. De måste kunna fungera under olika väderförhållanden och i krävande miljöer. Tillförlitligheten är avgörande – ingen vill investera i autonoma skogsmaskiner om de bara fungerar 80 procent av tiden.

Juridiska och regulatoriska utmaningar

Trots pågående insatser för att anpassa lagstiftningen efter teknikutvecklingen kvarstår vissa hinder.

- Definitionen av vad som utgör ett fordon har tidigare varit för snäv, men det är ett problem som gradvis håller på att lösas.
- Många länder har ännu inte utvecklat specifika regler för autonoma maskiner i terräng, vilket gör det svårt att implementera tekniken på bred front.
- För att autonoma skogsmaskiner ska få användas måste de uppfylla strikta säkerhetskrav. Detta gäller både för maskinens egen säkerhet och för människor i dess närhet. Validering och verifiering är kritiska steg, och än så länge har ingen tillverkare kunnat garantera att deras system är tillräckligt säkra för full autonom drift. Även om lagstiftaren har börjat inkludera autonoma fordon i regelverken, kvarstår strikta krav för att säkerställa säkerheten i praktiken. Reglerna samspelar med både teknikutvecklingen och den specifika miljön där maskinerna ska användas. Försöksverksamhet sker ofta i kontrollerade och inhägnade områden, men utanför dessa skyddade miljöer tillkommer fler krav.

Säkerhets- och integritetsfrågor

- Cybersäkerhet är en avgörande faktor för utvecklingen av autonoma fordon. Det finns flera risker med uppkopplade fordon, såsom fysiska attacker, stölder och cyberattacker riktade mot maskinerna.

Allmänhetens acceptans

- Många människor är fortfarande skeptiska till autonoma fordon. Det kommer att krävas tid och utbildning för att öka allmänhetens förtroende för denna teknik.

Rekommendationer till lagstiftaren att överväga

Framtida lagstiftning för autonoma skogsmaskiner bör ta hänsyn till flera viktiga aspekter för att säkerställa säkerhet, effektivitet och hållbarhet.

Juridiska och regulatoriska rekommendationer

- För att få acceptans från allmänheten och uppmuntra till innovation från branschen och forskningen måste ansvarsfrågan klargöras. Därför föreslås ett tydligare regelverk för att hantera ansvarsfördelningen vid olyckor och incidenter som involverar autonoma maskiner.
- Framtidens autonoma skogsmaskiner kommer att samla in och bearbeta stora mängder data, och det är därför viktigt att ha tydliga regler för datahantering, datasäkerhet och integritet.
- Miljölagar bör anpassas för att ta hänsyn till autonoma maskiners specifika egenskaper, som energiförbrukning och koldioxidutsläpp.

Tekniska och säkerhetsmässiga rekommendationer

- Det bör tas fram standarder för autonoma skogsmaskiner och det behövs tydliga riktlinjer som inkluderar krav på säkerhet, prestanda och tillförlitlighet.
- För att säkerställa att autonoma maskinsystem uppfyller de senaste lagkraven och säkerhetsstandarderna, bör det finnas mekanismer för kontinuerlig kvalitetssäkring. Detta inkluderar regelbundna revisioner och uppdateringar av system för att anpassa dem till förändringar inom AI och cybersäkerhet. En proaktiv inställning till kvalitetssäkring kan minska risken för tekniska fel och säkerhetsbrister.
- Certifieringsprocesser för autonoma skogsmaskiner bör införas så att det säkerställs att de uppfyller alla säkerhets- och miljökrav innan de får användas kommersiellt.
- Krav på cybersäkerhet bör implementeras för att skydda autonoma system för potentiella cyberattacker.

Ekonomiska och sociala rekommendationer

- Kunskapsförmedling/-utveckling bör främjas och det är avgörande att regelverket för autonoma maskiner kommuniceras effektivt till maskintillverkande företag. Detta säkerställer att de kan integrera nya lagar och regler, cybersäkerhet och AI-teknik i sina utvecklingsprocesser. Regelbundna informationsutbyten och utbildningsinsatser kan bidra till att hålla företagen uppdaterade och förberedda för framtida krav och förändringar.
- Samarbete mellan akademi, industri och myndigheter måste främjas. Ett starkt samarbete mellan akademiska institutioner, industri och myndigheter är nödvändigt för att säkerställa att lagstiftningen håller jämna steg med tekniska framsteg och marknadsbehov. Genom att skapa plattformar för dialog och samarbete kan man utveckla en lagstiftning som är både flexibel och robust, vilket gynnar alla parter.
- Autonoma maskinsystem har potential att revolutionera svenskt skogsbruk och stärka landets konkurrenskraft. Genom att främja hållbar utveckling och innovation inom detta område kan Sverige positionera sig som en ledande aktör inom både skogsbruk och maskintillverkning. Detta inkluderar att stödja forskning och utveckling samt att skapa incitament för företag att investera i hållbara teknologier.

Rekommendationer till utvecklare och tillverkare

För utvecklare och tillverkare av autonoma skogsmaskiner finns flertalet viktiga rekommendationer för att säkerställa framgång och säkerhet. Lagstiftningen kring autonom körning är komplex och i ständig förändring. I Sverige pågår utredningar för att klargöra ansvarsfördelningen vid automatiserad körning. Enligt en rapport från 2021 (Ds 2021:28) är huvudprincipen att fordonsägaren ansvarar för fordonet, även när det körs autonomt. Vi ser dock att det kommer att ske förändringar på området och att man kommer se över det straffrättsliga ansvaret när fordonet befinner sig i autonomt läge.

Tekniska rekommendationer

- För utvecklaren är det viktigt att lära känna sin maskin och dess begränsningar. Det står var och en fritt att testa maskinen mot befintlig lagstiftning men om man inte anser sig uppfylla de tunga säkerhetskrav som råder, är det en bit kvar till kommersialisering. Utifrån ett utvecklingsperspektiv är det viktigt att själva "äga frågan", det vill säga ta full kontroll över den teknikutveckling som krävs. Det är viktigt att beakta de krav och förväntningar som lagstiftaren har. Effekten av att inte beakta lagkraven är att man riskerar att konstruera maskinsystemet fel och i förlängningen att helheten inte går att CE-märka.
- GNSS¹-system (Global Navigation Satellite System) som används i autonoma fordon för positionering måste ha en hög säkerhetsklassificering för att hantera och minimera risker. Det är viktigt att GNSS-utrustningen uppfyller vissa, specifika prestandakriterier. För autonoma fordon är det avgörande att GNSS-systemet är robust och tillförlitligt för att säkerställa säkerheten för både fordonet och dess omgivning.

Säkerhet och ansvar

- Säkerheten måste prioriteras högt och handlar om riskbedömning samt riskförebyggande åtgärder. Noggranna riskanalyser är avgörande för att säkerställa både säkerhet och effektivitet. Säkerheten måste valideras med utförliga tester.
- Säkerhetssystem måste vara robusta och kunna hantera olika trafikscenarier och nödsituationer. Här finns en avvägning mellan allvarlighet och sannolikhet och att man har tagit höjd för olika risker och därmed förebyggt ett allvarligt utfall. Det krävs redundanta system för att minimera risken för fel. Dessutom behöver man testa skogsmaskinerna i olika skogsmiljöer och under olika förhållanden för att säkerställa att de kan hantera alla möjliga scenarier. Detta inkluderar både simulerade och verkliga fälttester.
- Autonoma skogsmaskiner samlar in stora mängder data om både miljön och maskinens prestanda och därför är det viktigt att ha säkra och etiska metoder för datahantering.

Utökad nationell samverkan för FoU

- Lagstiftningen som reglerar autonoma skogsmaskiner är under förändring. Därför är det viktigt att följa utvecklingen av lagstiftningen och standarderna för autonoma fordon. Detta inkluderar att fortsätta samarbeta med myndigheter och standardiseringsorgan för att möjliggöra utveckling/anpassning av regelverk för autonoma terränggående maskinsystem så att de även blir anpassade till skogsbrukets förutsättningar. Detta bör ske tillsammans med andra intresseorganisationer som

¹ Global Navigation Satellite System, GNSS, är ett globalt system för satellitnavigering. Ett exempel är det amerikanska systemet GPS.

RISE och LRF. Det är också viktigt att säkerställa att nya produkter uppfyller alla krav och att tillverkarna är uppdaterade på vilka standarder de ska arbeta emot. På så sätt kan det ske en utveckling av en gemensam strategi för autonoma maskinsystem i hela skogens värdekedja, från plantering, röjning, gallring, avverkning och terrängtransport (vägtransport) till hantering och lagring av biomassa vid virkesterminal och skogsindustri.

Slutsatser

De största hindren för autonoma skogsmaskiner tycks vara en kombination av olika tekniska utmaningar och regulatoriska begränsningar. Det är möjligt att köra autonoma skogsmaskiner i skogen, men det kräver att man uppfyller en rad säkerhets-, miljö och lagkrav samt att maskinerna genomgår omfattande godkännandeprocesser.

Begränsningarna gäller främst områden som teknisk robusthet, sensorer och perceptionssystem samt brist på standardisering och samordning mellan olika intressenter.

Säkerhet och ansvar är centrala frågor för framtiden där säkerhetssystemet måste vara tillräckligt avancerat för att hantera alla de risker som är förknippade med autonoma system.

Frågan är: vilka risker är maskintillverkare, olika typer av användare och lagstiftaren beredda att acceptera, och vad är en godtagbar nivå av säkerhet?

Skogsmaskiner är betydligt större och potentiellt farligare än exempelvis robotgräsklippare. Trots dessa utmaningar kan man konstatera att lagstiftarna rör sig framåt för att kunna anpassa sig till möjligheterna med nya teknik.

Nya regler har, och håller på att utformas, för att möjliggöra autonoma fordon på EU:s marknad. Ansvar vilar på både lagstiftare och tillverkare för att driva utvecklingen av autonoma maskiner. Lagstiftaren måste erkänna den tekniska utvecklingen, där förarens roll gradvis ersätts av algoritmer och maskinsystem. Samtidigt måste utvecklare och tillverkare kunna bevisa och validera att maskinerna är säkra och kan kommunicera med omgivningen. Först när det är garanterat att maskinerna uppfyller samtliga lagkrav kan autonoma skogsmaskiner tas i produktion.

Hur kan denna långsiktiga förändringsresa vara uthållig och effektiv över tid? Kanske krävs det större, långsiktiga sektoröverskridande forsknings- och innovationsprojekt, vars syfte är att öka samverkan mellan olika sektorer och på så vis främja utvecklingen och implementeringen av svenska, autonoma maskinsystem i till exempel både skogs- och jordbrukssektorn.

Referenser

Ds 2021:28. Ansvarsfrågan vid automatiserad körning samt nya regler i syfte att främja en ökad användning av geostaket. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/departementsserien-och-promemorior/2021/10/ds-202128/>

Eliasson, L. 2024. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2023. Skogforsk. <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2024/skogsbrukets-kostnader-och-intakter-2023/>

Förordning 2017:309 om försöksverksamhet med automatiserade fordon. <https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2017309-om-forsoksverksamhet-med-sfs-2017-309/>

Förordning 2019/2144. Förordning (EU) 2019/2144 av Europaparlamentet och av rådet av den 27 november 2019 om krav för typgodkännande av motorfordon och deras släpvagnar samt av system, komponenter och separata tekniska enheter som är avsedda för sådana fordon, och om tillsyn av sådan typgodkännande och marknadskontroll. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32019R2144>

Förordning 2022/1426. Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2022/1426 av den 5 augusti 2022 om fastställande av regler för tillämpningen av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/2144 när det gäller enhetliga förfaranden och tekniska specifikationer för typgodkännande av det automatiserade körsystemet (ADS) för helt automatiserade fordon. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32022R1426>

Förordning 2023/1230. Förordning (EU) 2023/1230 av Europaparlamentet och av rådet av den 14 juni 2023 om maskiner och om upphävande av direktiv 2006/42/EG och rådets direktiv 73/361/EEG. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32023R1230>

Förordning 2024/1689. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1689 av den 13 juni 2024 om harmoniserade regler för artificiell intelligens och om ändring av förordningarna (EG) nr 300/2008, (EU) nr 167/2013, (EU) nr 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 och (EU) 2019/2144 samt direktiven 2014/90/EU, (EU) 2016/797 och (EU) 2020/1828 (förordning om artificiell intelligens). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401689

Landsbyggs- och infrastrukturdepartementet. (2023). Automatiserad körning (Promemoria). <https://www.regeringen.se/contentassets/2d3a5c067d9f470f8dc190ab9cc1449a/promemoria-automatiserad-korning.pdf>

Lundmark, A., Assarsson, P., Johansson, C. & Andersson, H. 2020. Auto 2: Säkerhet, lagar och regler. Arbetsrapport 1063–2020. https://www.skogforsk.se/cd_20201208152248/contentassets/9e2e00addfa40aaa393aa100de0d253/arbetsrapport-1063-2020.pdf

UNECE. 2016. UNECE paves the way for automated driving by updating UN international convention. <https://unece.org/press/unece-paves-way-automated-driving-updating-un-international-convention>

United Nations. 1968. Vienna Convention on Road Traffic.

<https://unece.org/DAM/trans/conventn/crt1968e.pdf>

STR. 2024. EU-parlamentet har röstat om fjärde körkortsdirektivet.

<https://www.str.se/aktuellt/nyheter/publika-sidor/eu-parlamentet-har-rostat-om-fjarde-korkortsdirektivet/>

Wahlberg, S., Svensson, G., Assarsson, P. & Lundmark, A. 2020. Auto 2: Regelverk för terrängtransporter kopplat till automation. Arbetsrapport 1062–2020.