



Teknisk utveckling för timmerbilar och deras släpvagn och kran

Technical development for logging trucks and
their trailer and crane

Joakim Forsberg

Examensarbete • 30hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Skogens biomaterial och teknologi

Jägmästarprogrammet

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2023:4

Umeå 2023



Teknisk utveckling för timmerbilar och deras släpvagn och kran

Technical development for logging trucks and their trailer and crane

Joakim Forsberg

Handledare:	Tomas, Nordfjell, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogens biomaterial och teknologi
Examinator:	Dag, Fjeld, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogens biomaterial och teknologi
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå: A2E
Kurstitel:	Mastersarbete i skogsvetenskap
Kurskod:	EX0956
Program/utbildning:	Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Utgivningsort:	Umeå
Utgivningsår:	2023
Serietitel:	Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
Delnummer i serien:	2023:4
Nyckelord:	Lastbil, släp, timmersläp, kortvirkeskranar, skogshistoria, vidaretransporter

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakultet för skogsvetenskap

Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Sammanfattning

Flottningen var det huvudsakliga transportmedlet för att transportera virke innan lastbilar började användas. Utbyggnaden av skogsbilvägnätet skapade möjligheter att komma ännu längre ut i skogen med timmerbilarna och kortade ner basvägtransporten.

Syftet med denna studie var att dokumentera och presentera tekniska data om timmerbilar, timmersläp och kortvirkeskranar mellan år 1945 och 2022. Även yttrefaktorer som kan ha påverkat utvecklingen skulle dokumenteras.

Studien har utförts huvudsakligen som en litteraturstudie där intervjuer och myndighetsdata har förekommit för att genomföra en datainsamling av de tekniska specifikationerna. Data har samlats in för ett flertal parametrar för att kunna visa hur utvecklingen har gått till inom varje parametrarna mellan 1945 och 2022.

Timmerekipage har under studieperioden givits möjligheter att transportera större vikter på varje enskilt ekipage. Transportarbetet har ökat med 50 % medan medeltransportavståndet har ökat med 30 % från år 1973 till 2022. Timmerbilens konstruktiva och lagliga totalvikt har båda ökat med 160 % under studieperioden medan lastindexen har varit oförändrat under samma tid för både konstruktiva och lagliga värden. Motorstyrka har ökat med 450 % medan vridmomentet har ökat med 400 % sen år 1945. Lastindex beräknat på konstruktiva lastvikter på timmersläp har ökat med 60–70 % under studieperioden. Räckvidden på kortvirkeskranarna har ökat med 80 % samtidigt som lyftmomentet har ökat med 200 %. Timmerekipagens konstruktiva totalvikter har ökat med 80 % under studieperioden medan de lagliga totalvikterna ökade med 60 %.

Några slutsatser från studien var att timmerbilarna, timmersläp, kortvirkeskranarna och timmerekipage har utvecklats mot att bli större, kraftigare och klara av tyngre vikter.

Nyckelord: Lastbil, släp, timmersläp, kortvirkeskranar, skogshistoria, vidaretransport

Abstract

Floating was the main means of transporting timber before trucks were used. The expansion of the forest road network created opportunities to get even further into the forest with the logging trucks and shorten the forwarding distances.

The purpose of this study was to document and present technical data on logging trucks, logging trailers and truck cranes between the years 1945 and 2022. External factors that may have influenced the development were also to be investigated.

The study has been carried out mainly as a literature study where interviews and authority data have occurred to carry out a data collection of the technical specification. Data has been collected for several parameters to be able to show how the development has taken place within the parameters between 1945 and 2022.

During the study period, the truck/trailer combinations have been given opportunities to transport larger weights on each individual carriage. Transport work has increased with 50 % while the average transport distance has increased with 30 % from year 1973 to 2022. The logging truck constructive and legal gross vehicle weight has both increased with 160 % during the study period while load index has been unchanged during the same period for both constructive and legal values. Engine power has increased with 450 % engine torque has increased with 400 % since year 1945. The load index calculated on constructive payload on logging trailers has increased with 60-70 % during the study period. The range of the short truck cranes has increased with 80 %, while the lifting torque has increased with 200 %. The logging carriage constructive gross vehicle weight has increased with 80 % during the study period, while the legal gross vehicle weight increased with 60 %.

Some conclusions from the study were that the logging trucks, logging trailers, short truck cranes and logging carriage have developed towards becoming larger, stronger and able to handle heavier weights.

Keywords: Truck, logging trailer, trailer, short timber crane, forest history, secondary transportation

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
Figurförteckning.....	8
Förord.....	11
Förkortningar.....	12
1 Inledning	13
1.1 Från flottning till timmerbilar.....	13
1.2 Scania	16
1.3 Volvo	17
1.4 Lagar och begrepp om vikter	18
1.5 Syfte och mål	21
1.6 Avgränsningar	21
1.7 Tidigare studier	21
2 Material och metoder	22
2.1 Vetenskaplig metod	22
2.2 Datainsamling	22
2.3 Förhållning till insamlat data	23
2.4 Skrivna källor.....	24
2.5 Andra källor	25
2.6 Analyser	26
3 Resultat	29
3.1 Övergripande utveckling	29
3.1.1 Transportarbete utfört av timmerbilar	29
3.1.2 Medeltransportavstånd för timmerbilar	30
3.1.3 Nybyggnation av skogsbilvägar	31
3.2 Timmerbilar	32
3.2.1 Tjänstevikter.....	32
3.2.2 Konstruktiva och lagliga lastvikter	33
3.2.3 Konstruktiva och lagliga totalvikter	34
3.2.4 Antal hjulaxlar	35
3.2.5 Konstruktiv axel-, boggi- och trippelaxeltryck	36
3.2.6 Motorns vridmoment	37

3.2.7	Motorstyrka	38
3.2.8	Motorstyrka per ton totalvikt konstruktiva och lagliga totalvikter	39
3.2.9	Konstruktiva och lagliga lastindex	40
3.3	Timmersläp	41
3.3.1	Tjänstevikter.....	41
3.3.2	Konstruktiva och lagliga lastvikter	42
3.3.3	Konstruktiva och lagliga totalvikter	43
3.3.4	Konstruktiva lastindex.....	44
3.3.5	Längd	45
3.3.6	Konstruktiv axel-, boggi- och trippelaxeltryck	46
3.3.7	Antal hjulaxlar	47
3.4	Kortvirkeskranar	48
3.4.1	Kranräckvidd	48
3.4.2	Lyftmoment	49
3.4.3	Kranvikter.....	50
3.4.4	Kranvinkel	50
3.5	Timmerekipage	51
3.5.1	Konstruktiva och lagliga lastindex	51
3.5.2	Konstruktiva och lagliga totalvikter	52
3.5.3	Motorstyrka per ton totalvikt utifrån konstruktiva och lagliga totalvikter	53
3.5.4	Antal hjulaxlar	54
4	Diskussion	55
4.1	Resultatdiskussion	55
4.1.1	Lagstiftning och i större kontext.....	55
4.1.2	Timmerbilar	56
4.1.3	Timmersläp	57
4.1.4	Kortvirkeskranar.....	58
4.1.5	Timmerekipage	59
4.1.6	Sammanfattning och framtida timmerbilar	60
4.2	Begräsningar och felkällor	61
4.3	Framtida studier	62
4.4	Slutsatser	62
5	Referenser.....	63
Bilaga	67

Tabellförteckning

Tabell 1. Utvecklingen av maximala vikter och maximal längd för lastbilar och släp över tid som ej krävdes dispens för (Trafikverket 2011 och Vierth et al. 2018).....	19
Tabell 2. Begränsningarna av vikter enligt lag för de fyra bärighetsklasserna år 2022 (SFS 2022:1412).....	20
Tabell 3. Parametrar som dokumenterades i Excel	23

Figurförteckning

Figur 1. Volym flottat virke mellan åren 1922–1966 med femårs medel, samt andel av den totalt transporterade volymen (Skogsstyrelsen 1967).	14
Figur 2. Transportarbetet för rundvirke (miljoner tonkm) som har transporterats med timmerbil mellan åren 1973 och 2021 med en streckad trendlinje (Skogsstyrelsen 1973–2014 och Trafa 2022).	29
Figur 3. Medeltransportavstånd (km) för rundvirke med timmerbilar från år 1973 till 2020 med en streckad trendlinje (Skogsstyrelsen 1973–2014 och Skogsstyrelsen 2022).	30
Figur 4. Nybyggnation av skogsbilvägar per år (km/år) mellan åren 1945 och 2007 (Skogsstyrelsen 1945–2007).	31
Figur 5. Tjänstevikter (ton) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1951.	32
Figur 6. Konstruktiva och lagliga lastvikter (ton) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje för konstruktiva lastvikter. Data hittade tidigast från år 1951.	33
Figur 7. Konstruktiva och lagliga totalvikter (ton) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en svart streckad trendlinje för konstruktiva totalvikter och en grå streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Den heldragna linjen var den maximala vikten (ton) som alla axlar på en lastbil fick belasta vägen med enligt tabell 1.	34
Figur 8. Antal axlar och antal drivande axlar över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022.	35
Figur 9. Axeltryck, boggitryck och trippelaxeltryck (ton) på axlar som de var konstruktiva med över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1954. Den svarta heldragna linjen var den maximala axeltrycket som vägar fick belastas med, den grå heldragna linjen gällde för boggitryck och den streckade svarta linjen var för trippelaxeltryck enligt tabell 1.	36

Figur 10. Motorns vridmoment (Nm) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1954.	37
Figur 11. Motorstyrkan (kW) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje.	38
Figur 12. Motorstyrkan per ton totalvikt (kW/ton) beräknat på både konstruktiva totalvikter och lagliga totalvikter över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022. Den svart streckad trendlinje var för konstruktiva totalvikter och en grå streckad trendlinje var för lagliga totalvikter.	39
Figur 13. Lastindex utifrån både konstruktiva lastvikter (ton) och lagliga lastvikter över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1951.....	40
Figur 14. Tjänstevikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1970.....	41
Figur 15. Konstruktiva och lagliga lastvikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en svart streckad trendlinje för konstruktiva lastvikter. Data hittades tidigast från år 1970.....	42
Figur 16. Konstruktiva och lagliga totalvikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en grå streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Data hittades tidigast från år 1968. Den heldragna linjen var den maximala vikten (ton) som alla axlar på ett släp fick belasta vägen med enligt tabell 1.....	43
Figur 17. Lastindex utifrån konstruktiva lastvikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1970.....	44
Figur 18. Längd (m) över tid på släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1966.	45
Figur 19. Axeltryck, boggitryck och trippelaxeltryck (ton) på axlar som de var konstruktiva med över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1958. Den svarta heldragna linjen var det maximala axeltrycket som vägar fick belastas med, den grå heldragna linjen gällde för boggitryck och den streckade svarta linjen var för trippelaxeltryck enligt tabell 1.....	46
Figur 20. Antal axlar över tid på släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1953.....	47

Figur 21. Kranräckvidd (m) över tid mellan år 1945 och 2022 för kortvirkeskranar som har använts till timmerbilar i Sverige med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1958.	48
Figur 22. Lyftmoment (tonmeter) över tid mellan år 1945 och 2022 för kortvirkeskranar som har använts till timmerbilar i Sverige med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1959.	49
Figur 23. Kranvikt (ton) över tid mellan år 1945 och 2022 för kortvirkeskranar som har använts till timmerbilar i Sverige. Data hittades tidigast från år 1958.....	50
Figur 24. Lastindex utifrån både konstruktiva ekipage och lagliga ekipage. Ekipagen av timmerbilar och timmersläp var parade ihop utifrån årtal som det var observerade i datainsamlingen. Lastindexen är över tid för timmerbil med timmersläp i Sverige mellan år 1995 och 2022.	51
Figur 25. Totalvikter (ton) beräknades för både konstruktiva och lagliga timmerekipage. Kombinationerna av timmerbilar och timmersläp var parade ihop utifrån årtal som det var observerade i datainsamlingen. Totalvikten är över tid för timmerekipage i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en grå streckad trendlinje för konstruktiva totalvikter och en svart streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Den heldragna linjen representerar gränsen för den lagliga maximala bruttovikten för ett fordonståg enligt tabell 1. Data hittades tidigast från år 1968.....	52
Figur 26. Motorstyrkan per ton totalvikt (kW/ton) över tid för timmerbilar med timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en grå streckad trendlinje för konstruktiva totalvikter och en svart streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Totalvikterna till beräkningarna var både konstruktiva och lagliga totalvikten för timmerbilar och timmersläpsläpen. Data hittade tidigast ifrån år 1968.....	53
Figur 27. Antal axlar över tid för timmerbilar med timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Kombinationerna av timmerbilar och timmersläp var parade ihop utifrån årtal som det var observerade i datainsamlingen och antalet axlar summerades ihop utifrån kombinationerna. Data hittades tidigast från år 1968.	54

Förord

Först vill jag börja med att rikta ett stort tack till min handledare Tomas Nordfjell på SLU som har lagt ner mycket tid på att granska arbetet och kommit med nya idéer och hjälpt till att hålla arbetet inom tidsplanen.

Tack till Anders Ohlsson på skogsbibliotek i Umeå som har hjälpt mig genom att plocka fram all litteratur från arkivet som jag har efterfrågat.

Jag vill även tacka personalen på Bil Nord Örnsköldsvik för deras gästfrihet och hjälp med att få fram data till arbetet.

Slutligen vill jag tacka mina pluggkamrater som har hjälpt till att hålla tempot uppe under hela arbetet.

Bredbyn 2023-04-04

Joakim Forsberg

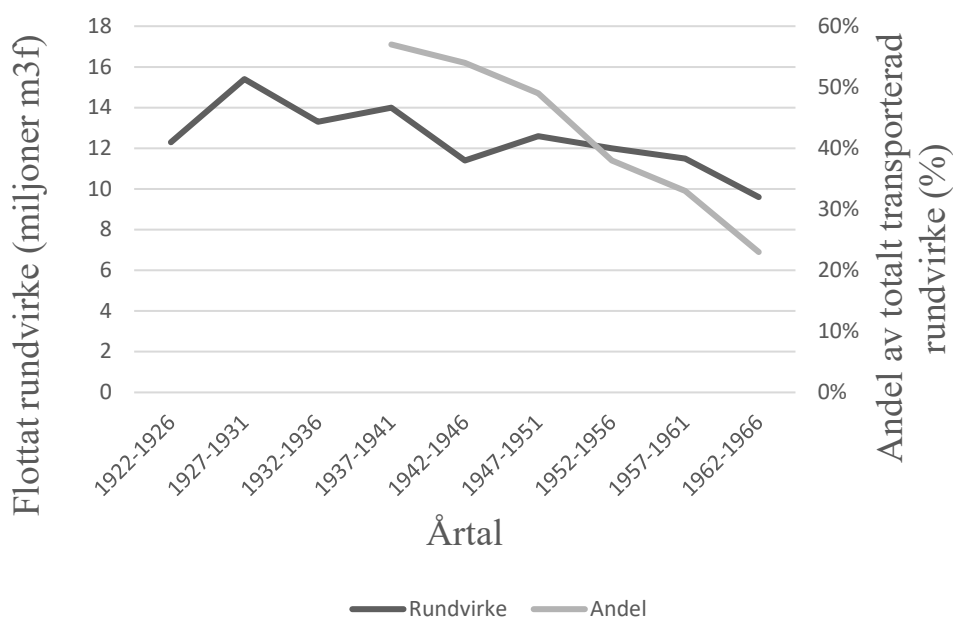
Förkortningar

Bärighetsklass	BK
Hästkrafter	Hk
Kilowatt	kW
Kilometer	Km
Newtonmeter	Nm
Tonkilometer	tkm
Vagnaktiebolag i Södertälje	Vabis

1 Inledning

1.1 Från flottning till timmerbilar

I århundranden har virke transporterats från skogen till skogsindustrin med hjälp av flottning. Under 1800-talets andra halva började en alltmer intensiv utbyggnad av flottningslederna i Sverige. Detta skapade möjligheter att transportera större volymer timmer längre sträckor (Andersson 2004). Under 1800-talets andra halva var flottningen den effektivaste metoden för att transportera timmer långa sträckor. Skogsindustrin var vid den här tidpunkten helt beroende av flottningen för att anskaffa den råvara som de var i behov av (Axelsson Lantz 2018). Nybyggnationen av flottningsleder avtog i slutet av 1800-talet. Volymerna som transporterades med flottning ökade dock succesivt ända in på 1930-talet då flottningen var som störst i Sverige (figur 1). I norra Sverige finns det gott om vattendrag som kunde användas till flottning. Vägnätet var däremot vid denna tidpunkt väldigt glest utbyggt. I södra Sverige existerar det inte lika många vattendrag som i norra Sverige. Det förekom ändå goda ekonomiska förutsättningar för att flotta virket även i södra Sverige (Törnlund 2002).



Figur 1. Volym flottat virke mellan åren 1922–1966 med femårs medel, samt andel av den totalt transporterade volymen (Skogsstyrelsen 1967).

Figure 1. The total volume of logging that has been transported with floating between 1922–1966 with five years average, as well as share of the total transported volume (Skogsstyrelsen 1967).

Under 1800-talet och i början av 1900-talet bedrevs skogsbruket huvudsakligen under vintermånaderna. Flottningen skedde huvudsakligen på våren och arbetskraften bestod mestadels av jordbruksarbetare som var lediga under den tiden på året (Törnlund 2002). Under 1800-talet och början av 1900-talet var det nästan ett konstant överskott på arbetskraft. Runt första världskriget var det en kort högkonjunktur som skapade en tillfällig arbetskraftsbrist inom skogsbruket. Arbetskraftsbristen skapade en insikt att liknande problem kunde uppstå igen i framtiden. Detta skapade ett behov av att börja rationalisera skogsbruket (Ager 2012).

Under perioden 1900–1930 uppfanns de första motorsågarna och lastbilar testades som transportmedel längs isbelagda sjöar och längre vinterbasvägar. Motorsågen och lastbilen blev ingen större succé direkt men det var några företag som fortsatte att använda lastbilar efter testarna (Ager 2012). Under 1930-talet började timmerbilar användas i en allt större utsträckning i södra Sverige. Timmerbilen började därmed konkurrera alltmer med flottningen. I norra Sverige tog det ända till efter andra världskriget innan timmerbilarna började konkurrera med flottningen på allvar. Det fanns några orsaker till att timmerbilarna började användas tidigare i södra Sverige. Två av dessa orsaker var att flottningslederna inte var lika utbyggda som i norra Sverige samt att utbyggnaden av vägnätet hade kommit längre.

Timmerbilarna som användes innan andra världskriget i norra Sverige transporterade huvudsakligen virke från skogen till de större flottningsledningarna. Vid kortare avstånd kunde virket köras direkt in till industrin. Virkestransporterna var oftast korta. 70% av transporterna var under 10 km och andelen som var över 50 km var endast 5 % under 1930-talet (Törnlund 2002).

Fram till slutet av andra världskriget var flottningen den dominerade transportmetoden (figur 1). Efter andra världskriget blev nya maskiner tillgängliga för skogsbruket. Schaktmaskinens intåg skapade möjligheter för utbyggnad av skogsbilvägsnätet, det blev både billigare och enklare att bygga skogsbilvägar med hjälp av schaktmaskiner. Tillgängligheten till avverkningsplatserna ökade drastiskt och terrängtransportavståndet kortades ner. Det skapade större möjligheter att transportera mer virke med timmerbilar i stället för med häst och flottning. Möjligheterna att bygga ut vägnätet var som störst i norra Sverige därför att vägnätet var betydligt glesare där än i södra Sverige (Andersson 2004). Utbyggnaden ledde även till bättre möjligheter att transportera virket direkt till industrin. När mer virke började transporteras med timmerbilar i stället för att flottas minskade flottningens lönsamhet (Törnlund 2002).

Under 1950-talet började alltmer virke transporteras av timmerbilar direkt till industrin. Virkesvolymen som transporterades med flottning var konstant under 1950-talet. Volymerna var däremot betydligt lägre än kulmen på 1930-talet (figur 1). Vid 1960-talets inledning ökade opinionens önskan att avveckla bäckflottning. Lönsamheten minskade på grund av att mindre volymer flottades med hjälp av bäckflottning. Avvecklingen av bäckflottningen började redan under 1950-talet. Under 1950-talet förbättrades förutsättningarna för att transportera virke med timmerbilar avsevärt. Skogsbilvägnätet byggdes ut alltmer och förändringar som ökat axeltryck skapade möjligheter att transportera mer virke på varje ekipage. Flottningens naturliga begränsningar var även en del till att flottningen minskade med tiden. Det gick inte heller att rationalisera flottningen i den utsträckning som krävdes för att konkurrera med timmerbilar och tåg (Törnlund 2002).

Under 1970-talet skedde den huvudsakliga nedläggningen av flottningsledningarna i Sverige (Törnlund 2002). Sista flottningen som utfördes i Sverige var i Klarälven i Värmland år 1991 (Skogsstyrelsen 2003). Det var lagligt att flotta ända till år 1997 i Sverige (Törnlund 2002). I början avvecklades bäckflottningen som var en del av biflottningssystemet tillsammans med en del åar. Efter bäckarna var det åarna som var näst på tur att avvecklas från flottningssystemen. I slutet avvecklades huvudflottningssystemen som bestod huvudsakligen av älvar. Avvecklingen påverkades av både interna och externa drivkrafter. Timmerbilarna var en stor del av de externa drivkrafterna till att flottningen dog ut (Törnlund 2002).

1.2 Scania

Det som idag heter Scania grundades år 1891 under namnet Vabis i Södertälje. Året 1911 bildades Scania-Vabis utifrån en fusion av Vabis samt företaget Scania från Malmö. Vabis hade innan fusionen med Scania tillverkat en egen lastbilsmodell år 1907. Modellen namngavs "Vabis 3,0 ton" och hade 20 hk. Året 1909 tillverkades endast fem lastbilar av modellen som slutade tillverkas år 1910. Även Scania försökte att producera egna lastbilar innan fusionen. Scantias lastbilar namngavs "Scania EL" och "Scania HL" och tillverkades mellan åren 1906 och 1909 respektive 1908 och 1910 (Scania AB 2013).

1911 var året som Vabis och Scania slogs ihop. Under de kommande fyra åren tillverkade Scania-Vabis fem olika lastbilsmodeller. 74 lastbilar tillverkades år 1915 varav 30 % såldes utomlands. Scania-Vabis tog år 1919 beslut att endast producera standardiserade lastbilar. De slutade att producera specialiserade fordon som till exempel brandbilar. Samma år började de få stora ekonomiska problem som ledde till att företaget gick i konkurs år 1921. Ett nytt företag startades upp med samma namn som innan. Det nya företaget tog över konkursboet. År 1925 började det nya Scania-Vabis presentera några nya modeller. Exempel på nya modeller var Scania-Vabis 314 och Scania-Vabis 325. 325an fick en ny utvecklad fyrcylindrig motor på 50 hk samt en lastförmåga på två till tre ton. 325an tillverkades under 11 år till 1936 (Lindh 1992). År 1930 hade Scania-Vabis vänt trenden och betalat av alla sina gamla skulder från konkursboet. Samma år kunde Scania-Vabis även göra sin först aktieutdelningen (Scania AB 2013).

År 1931 började en ny serie av lastbilar tillverkas av Scania-Vabis. Scania-Vabis 335 som presenterades först var en kraftigare utformad standardlastbil än tidigare serier. 335an kunde lastas med en vikt på mellan fyra och fem ton. Totalvikten var mellan 7,8 och 10 ton. Den förekom både med en ensam drivande bakaxel och med två bakaxlar där den främre axeln var drivande. Under lastbilens tillverkningstid hade 335an fyra olika motortyper: bensinmotor, hesselmanmotor, dieselmotor och gengasmotor (Lindh 1992). Det som utmärkte hesselmanmotorn var att den kunde köras med både bensin och diesel eller annat bränsle. Hesselmanmotorn var konstruerad utifrån en vanlig bensinmotor men var monterad med en insprutningspump och kraftfullare tändstift. Motorn utnyttjade bensinmotorns lägre kompressionsförhållande jämfört med en vanlig dieselmotor. Motorn var inte lika effektiv som en högtrycksdieselmotor men hesselmansmotorn uppfattades som ett pålitligt motoralternativ (Volvo Lastvagnar 2022a). Samtliga fyra motorer var sexcylindriga förutom gengasmotorn som var en åttacylindrig motor. Den första bensinmotorn utvecklades med 80 hk som senare vidareutvecklades till 140 hk. Hesselmanmotorn hade till en början 80 hk som senare blev 110 hk. Dieselmotorn kom år 1936 och var på 120 hk.

Gengasmotorn som användes en kort tid under andra världskriget hade 160 hk. År 1933 kom Scania-Vabis med en treaxlad lastbil som kallades Scania-Vabis 355. 355an kom med en lastförmåga på sex till sju ton och totalvikten var mellan 11,6 och 12 ton. Motorn bestod av en bensinmotor på 80–95 hk eller en hesselmanmotor på 80 hk. Båda motorerna var sexcylindriga. 355an var Scania-Vabis första tunga lastbil och den producerades endast till 1934. Tillverkningen avslutades för att Scania-Vabis hade vidareutvecklat 335an till ett stadium där den överpresterade 355an (Lindh 1992).

1.3 Volvo

År 1926 grundades fordonstillverkaren Volvo som började med att starta upp en produktion av personbilar år 1927. Lastbilarna började utvecklas sent år 1926. Det tog ända till år 1928 innan första lastbilen lämnade fabriken i Göteborg. Den första lastbilen fick beteckningen ”Serie 1”. Serie 1 hade en bensinmotor på 28 hk med en totalvikt på tre ton varav lastvikten var på 1,5 ton. Det producerades totalt 500 exemplar av ”Serie 1” men efterfrågan var betydligt större än så.

Produktionen av de 500 lastbilarna var planerade att säljas under två års tid. Alla tillverkade lastbilar var slutsålda redan efter ett halvår. ”Serie 2” började tillverkas tamligen direkt efter ”Serie 1” under andra halvan av året 1928. 500 exemplar byggdes av ”Serie 2” som hade identisk motor som föregångaren. ”Serie 2” var kraftigare byggda och hade en bredare spårvidd för att passa bättre till 1920-talets vägar (Volvo Lastvagnar AB 2022a).

I början av 1930-talet introducerade Volvo LV-serierna som var grunden till en mängd olika lastbilar som producerades under årtiondet. Volvo tillverkade flera unika modeller i olika tyngdklasser. De första tyngre lastbilarna som Volvo tillverkade var LV66-serien och LV68-serien som kom år 1931. LV68, LV69 och LV70 var de lastbilarna som blev mest populära ur de serierna. I början kom lastbilarna med en 75 hk bensinmotor. Lite senare utvecklades en hesselmanmotor som ett alternativ med 75 hk. Lastbilarna kom till en början endast med två axlar. År 1933 kom ett nytt alternativ som var en treaxlad version som var tänkt att klara ännu tyngre laster (Volvo Lastvagnar AB 2022a).

Under mitten av 1930-talet hade produktionen ökat till 5 000 lastbilar per år. År 1937 kom Volvo med tre nya tyngre lastbilar som var tänkta att ersätta LV66-serien och LV68-serien. Det var LV18 och LV19 som var vidareutvecklingar av tidigare modeller samt den helt nya och kraftfullare LV29. De nya modellerna hade fått uppdaterade och förbättrade chassin. Axlarna och ramen var kraftigare byggda för att klara av tunga laster. LV18 och LV19 kom med två motoralternativ.

Den ena var en sexcylindrig bensinmotor på 90 hk och den andra var en sexcylindrig hesselmanmotor på 90 hk. Även LV29an hade en sexcylindrig bensinmotor och en sexcylindrig hesselmanmotor. LV29ans motorer var starkare med 120 hk var. År 1938 kom nya versioner av både bensinmotorn och hesselmanmotorn som producerade 140 hk var (Volvo Lastvagnar AB 2022a). Alla tre modeller kom med både tvåaxlat utförande och med treaxlat utförande för att få en utökad lastförmåga. År 1937 hade LV29 den högsta totalvikten på 13 ton medan LV19 och LV18 hade 11,7 respektive 11 tons totalvikt (Olsson 2015). LV18 och LV19 slutade produceras år 1943 men LV29 producerades ända till år 1951 (Volvo Lastvagnar AB 2022a).

I Sverige har timmerbilarna huvudsakligen byggts på lastbilar från två märken, Scania och Volvo. Det finns timmerbilar som är av andra märken som tex Mercedes, dessa är betydligt ovanligare men har ökat på senare tid.

1.4 Lagar och begrepp om vikter

Sveriges första förordning berörande motoriserade fordon kom år 1906 och började gälla första januari år 1907. Förordningen begränsade hjultrycket på ett fordon till 2,5 ton vilket motsvarade fem tons axeltryck. År 1924 sänktes det tillåtna hjultrycket till två ton vilket motsvarade fyra tons axeltryck (Trafikverket 2011). Axeltryck är den vikt som en ensam hjulaxel belastar vägen med. Om det var två hjulaxlar som var placerade inom två meter från varandra kallades det för boggi. Boggitryck är den vikt som boggin belastar vägen med. Tre hjulaxlar som var placerade inom fem meter mellan de yttersta axlarna kallades för trippelaxel. Trippaxeltryck är den vikt som en trippelaxel belastar vägen med (SFS 2001:559). Andra beteckningar på axeltryck, boggitryck och trippaxeltryck är axelmassa, boggimassa och trippelaxelmassa. I detta arbete kommer endast axeltryck, boggitryck och trippaxeltryck att användas.

Taravikt är ett begrep som ofta används inom skogsbranschen i samband med timmertransporter. Taravikt är den egenvikt som ett fordon, släp eller fordonskombination har. Tjänstevikt är ett annat ord för taravikt (von Hofsten 2019). I detta arbete används endast begreppet tjänstevikt.

Förutsättningarna för att transportera virke på allmänna vägar har förändrats med tiden. Tillåtna värden på axeltryck, total längd och totalvikt har alla ökat under studieperioden och konfigurationer för axlar (antal) har ökat med tiden (tabell 1). År 1947 kom en ny lag om hjultryck. Begreppet hjultryck ändrades till axeltryck och boggitryck år 1952. Från och med året 1947 var det tillåtet med fem tons axeltryck men fordon med fler än två axlar fick endast ha ett axeltryck på fyra ton.

År 1952 ändrades lagen för axeltryck och begräsningar implementerades för boggitryck och totalvikt. Första januari 1968 började en lag om begräsningen för den totala längden på ett fordon och fordonståg gälla.

Möjligheten till trippelaxel kom år 1990 med ett trippelaxeltryck på 22 ton. Under året 1993 kom en lag där i undantagsfall var tillåtet med 19 tons boggitryck på BK1-vägar, annars var det 18 tons boggitryck. Under slutet av 1990-talet kom även möjligheten med 20 tons boggitryck. Den maximala tillåtna totalvikten ändrades två gånger under 2010-talet. Från 1993 var den maximala totalvikten 60 ton men 2015 ökade de till 64 ton. År 2018 blev det tillåtet att ha totalvikter upp till 74 ton på vissa vägar.

Tabell 1. Utvecklingen av maximala vikter och maximal längd för lastbilar och släp över tid som ej krävdes dispens för (Trafikverket 2011 och Vierth et al. 2018)

Table 1. The development of maximum weight and maximal length for trucks and trailers over time for which no exemption is required (Trafikverket 2011 och Vierth et al. 2018)

Årtal	Axeltryck (ton)	Boggitryck (ton)	Trippelaxeltryck (ton)	Totalvikt (ton)	Total längd (meter)
1947	5 (4)				
1952	6	8		33,5	
1968	8	12		37,5	24
1975	10	16		51,4	
1990			24	56	
1993	11,5	18 (19)		60	
1997					25,25
1999		20			
2015				64	
2018				74	

I Sverige infördes år 1990 begreppet bärighetsklasser. Vägarna i Sverige, förutom enskilda vägar, delades in i tre olika klasser: BK1, BK2 och BK3. BK1 var den högst klassen där störst belastning tilläts på vägarna följt av BK2 och BK3 (Trafikverket 2011). De tre klasserna kompletterades år 2018 med BK4. BK4 vägar är tänkt för vägar som ska klara högre belastningar än BK1 vägar (von Hofsten 2019). BK1 vägar står för cirka 95 % av det allmänna vägnätet i Sverige. Vid årsskiftet 2020/2021 var BK4-vägnätet uppe i runt 27000 km (Trafikverket 2021).

Höjningen av totalvikter har gjort att antalet axlar på fordonsekipage har ökat med tiden. Vanliga kombinationer innan år 1990 var en lastbil med en enkelaxel fram och en boggiaxel bak medan släpet hade antingen två boggiaxlar eller en enkelaxel fram och en boggiaxel bak (Trafikverket 2011).

Efter år 1990 kom möjligheten med trippelaxlar och då kunde både lastbilen och släpet ha trippelaxlar. Möjliga kombinationer blev då en lastbil med en axel fram och boggiaxel bak med ett släp med en boggiaxel fram och med antingen en boggiaxel eller trippelaxel bak.

Det blev även möjligt med en lastbil med en axel fram och trippelaxel bak med ett släp med en boggiaxel fram och med antingen en boggiaxel eller trippelaxel bak (von Hofsten 2019).

I Sverige finns det en vikt som kallas skattevikten. Skattevikt var enligt SFS (2021:164) den högsta bruttovikten (totalvikt) som en timmerbil fick framföras med på vägar med bärighetsklass 1 (BK1). Skatten på fordonet räknades sedan ut efter den totalvikt som timmerbilen valdes att registreras med (SFS 2021:164). Skattevikten kan därför vara lägre än eller samma som den totalvikten som en lastbil är konstruktiva med av tillverkaren.

BK4 hade den högsta tillåtna totalvikten med 74 ton och därefter kom BK1 med 64 ton år 2022. På BK2 och BK3 vägar tilläts totalvikter på 51,4 respektive 37,5 ton. På BK1 vägar kunde en lastbil maximalt väga 32 ton och ett släp kunde maximalt väga 38 ton. BK1 och BK4 hade samma begränsningar för axeltryck för både ej drivande enkelaxel och drivande enkelaxel med 10 respektive 11,5 ton. Det maximala tillåtna boggitrycket var 20 ton och trippelaxeltrycket var 24 ton på både BK1 och BK4 vägar (tabell 2).

Tabell 2. Begränsningarna av vikter enligt lag för de fyra bärighetsklasserna år 2022 (SFS 2022:1412)
Table 2. The limitations of weights according to law for the four load-carrying classes in 2022 (SFS 2022:1412)

	BK 4	BK 1	BK 2	BK 3
Totalvikt fordonståg (ton)	74	64	51,4	37,5
Totalvikt endast lastbilen (ton)	*	32	18	*
Totalvikt endast släp (ton)	*	38	*	*
Axeltryck ej drivande axel (ton)	10	10	10	8
Axeltryck drivande axel (ton)	11,5	11,5	10	8
Boggitryck (ton)	20	20	16	12
Trippelaxeltryck (ton)	24	24	22	13

* Den maximala totalvikten på endast lastbilen eller släpet berodde på avståndet mellan de yttersta axlarna.

1.5 Syfte och mål

Huvudsyftet med studien var att kartlägga historiska utvecklingen av tekniska parametrar för timmerbil och kortvirkeskranar samt timmersläp i Sverige mellan åren 1945 och 2022.

Ett underliggande syfte var att kartlägga nybyggnation av skogsbilvägar samt medeltransportavstånd och transportarbete för virkestransport med timmerbilar i Sverige under samma tidsperiod. Medeltransportavstånd och transportarbetet kartlagdes under perioden 1973 till 2022.

Målet med studien var att med hjälp av frågeställningarna kunna ge en återblick på en del av utvecklingen av timmerbilen, timmersläpen, kortvirkeskranarna och timmerekipage under studieperioden.

1.6 Avgränsningar

Studien bygger endast på data som kommer från lastbilar som har använts som timmerbilar eller var ämnade att användas som timmerbilar i Sverige.

Timmerbilarna, släp och kranar måste även vara avsedda att användas till kortvirkesmetoden. Studien innefattar inte timmerbilar som är specialutrustade för stolpr transporter. Separatlastare kommer inte heller att beröras i arbete utan endast kranar som var monterade på själva timmerbilen var av intresse. Gruppilar däremot att tas med i studien.

1.7 Tidigare studier

Detta är första gången som timmerbilens tekniska utveckling kartläggs genom flera årtionden i Sverige. Det har utförts ett tidigare arbete inom ämnet i Sverige av Andersson (2014) som endast fokuserade på skillnader inom Holmens Skogs regioner vid en specifik tidpunkt. Det existerar ingen tidigare studie som har studerat hur timmerbilens utveckling har varit över en längre tid. Det har tidigare utförts ett antal liknande kartläggningar inom andra områden. Exempel är *Hjulskotarens tekniska utveckling* av Öhman (2013), *Engrepps-skördarens tekniska utveckling* av Persson (2016) och *Markbredarens tekniska utveckling* av Frölén (2019). Dessa arbeten har varit ett stöd till detta arbete utifrån att alla handlar om att kartlägga historiska utvecklingar. Denna studie kommer bidra med att samla ihop redan existerande fakta och skapa en samlad bild av hur utvecklingen gick till.

2 Material och metoder

2.1 Vetenskaplig metod

Studien utfördes huvudsakligen som en litteraturstudie men det ingick även intervjuer. Litteraturstudien var huvudsakligen utformad som en datainsamling av de tekniska specifikationerna, externa förutsättningarna och generella data som kunde anses vara av intresse för analysen, för framtida studier i ämnet och för diskussionen. Ett antal olika typer av källor användes för att öka sannolikheten att tillräckligt mycket data kunde samlas in. Litteraturen som användes till datainsamlingen var huvudsakligen äldre tidskrifter, facktidskrifter, broschyrer, tillverkarnas eget data, myndighets data och officiell statistik från myndigheter. Studien innehöll även en del intervjuer för att få fram nytt data samt verifiera redan insamlat data. Intervjuerna hade mindre fokus på de tekniska specifikationerna. De fokuserade i stället på att bekräfta att det insamlade data var korrekt samt samla in information om praktiska erfarenheter. Utifrån det data som samlades in kunde en analys utföras för att besvara frågeställningarna.

2.2 Datainsamling

Datainsamlingen inleddes med att en Microsoft Excel-fil skapades för att samla allt data på en och samma plats. Parametrarna noterades i var sin kolumnrubrik i Excel-filen. Under studiens tid adderades det ett par ytterligare parametrar som ansågs vara till nytta för studien (tabell 3). Definitionerna för parametrarna finns i bilaga 1.

Tabell 3. Parametrar som dokumenterades i Excel
Table 3. Parameters that were documented in Excel

Parametrar	Ytterligare data
Transportarbete	Tillverkare
Nybyggda skogsbilvägar per år	Modellnamn
Medeltransportavstånd	Motortyp
Årtal för observation	Antal cylindrar
Tjänstevikt	Last hastighet
Max lastvikt	Krantyp
Totalvikt	Totallängd skogsbilvägar
Antal axlar	Övrigt
Antal drivande axlar	
Axeltryck	
Boggitryck	
Trippelaxeltryck	
Motorns vridmoment	
Motorstyrka	
Släplängd	
Kranlängd	
Lyftmoment	
Kranvikt	
Kranvinkel	

2.3 Förhållning till insamlat data

Vid kartläggningen av timmerbilar, timmersläp och kortvirkeskranar där samma data förekomma under flera år användes det äldsta data till grund för resultatet. När två eller flera källor angav olika data för samma parameter för en specifik modell eller årtal användes den mest tillförlitliga källan enligt rangordningen nedan. Det förekom ett undantag och det var i slutet av studiens tidsperiod där allt resultat presenterades.

1. Vetenskapliga artiklar
2. Myndighetsstatistik
3. Oberoende tester
4. Broschyrer från tillverkare
5. Nyheter

2.4 Skrivna källor

Första delen av datainsamlingen bestod av att söka igenom utgåvor från Tidningen Skogen. Alla utgåvor mellan 1945 och 2022 studerades för att hitta data om timmerbilar, timmersläp och kranar. Tidningen Skogen publicerades första gången år 1914 och flera nummer publicerades årligen. Tidningen samlade information om skogsrelaterade ämnen som inkluderade timmerbilar, timmersläp och kortvirkeskranar. Tillgång till tidningarna fanns i SLU-bibliotekets arkiv i Umeå där de var magasinerade fram till år 2021. Efter år 2021 var tidningarna placerade i det öppna biblioteket. Data kunde föras in i Microsoft Excel-arken för att i ett senare skede analyseras.

Från Arken biblioteket i Örnsköldsvik lånades två böcker som var till användning. I böckerna existerade det huvudsakligen data om lastbilar. Dessa böcker var: Lindh (1992) och Isenberg (2010).

I *Skogsstyrelsens årsbok* som Skogsstyrelsen publicerade mellan 1942 och 2014 presenterade de data om skogsbruket. Data som publicerats har förändrats över tid. Ett antal dataserier hade försvunnit med tiden och ett antal dataserier hade tillkommit. Alla dataserier som hade publicerats var inte heller fullständiga och definitioner samt upplösningen på data hade förändrats med tiden. Det data som hittades i *Skogsstyrelsens årsbok* och som var användbart för studien var: hur mycket har skogsbilvägarna byggts ut varje år, transportarbetet för rundvirke (tkm) och medeltransportavstånd. Skogsstyrelsens årsbok gick att erhålla tillgång till via Skogsstyrelsens hemsida och det existerade utgåvor från nästan alla år mellan år 1942 och år 2014. Mellan år 1942 och år 1949 gick det under namnet *Det enskilda skogsbruket* (Skogsstyrelsen 1945–2014).

Data om transportarbete (tkm) för rundvirke var mellan år 1973 och år 2012 från Skogsstyrelsen (1973–2014). Från år 2013 till år 2021 kom data om transportarbete från Trafik Analys offentliga data (Trafika 2022). Data om nybyggnationer av skogsbilvägar publicerades för varje år från och med år 1945 till år 2007 enligt Skogsstyrelsen (1945–2007). I ett försök att få tag på data från år 2008 till år 2021 kontaktades Skogsstyrelsen. Enligt Christiansen (2022) existerade det inget data färdigt vid tillfället (2022-10-06). Skogsstyrelsen hade en tanke att genomföra ett utvecklingsarbete under år 2023 för att utreda nybyggnationerna av skogsbilvägar från år 2008 till år 2022 (Christiansen 2022). Data om medeltransportavståndet publicerades från år 1973 till år 2007 i Skogsstyrelsen (1973–2014). Data från år 2012 till år 2020 kommer från Skogsstyrelsen (2022).

2.5 Andra källor

Bil Nord i Örnsköldsvik AB återförsäljare av Scania lastbilar och Wist Last & Buss AB återförsäljare av Volvolastbilar besöktes i syfte av att få fram data om timmerbilar. Från Bil Nord i Örnsköldsvik AB lånades tre böcker: Sondell och Streiffert (1991), Sondell och Streiffert (1990) och Olsson (2019). Från Wist Last & Buss AB lånades en bok av Olsson (2015). Det bokades även in ett senare möte med fokus på kortvirkeskranar hos Bil Nord i Örnsköldsvik AB. Under mötet presenterades data och kunskaper om kortvirkeskranar som var till underlag för resultatet. Volvo museet kontaktades för att sondera om de hade någon data om timmerbilar. Veteranklubbens ordförande (Johansson 2022) tillhandahöll därefter broschyrer och specifikationsbilder från olika Volvomodeller som har använts som timmerbilar. Det utfördes även ett utsök från Volvos Lastvagnars hemsida (2022b) och Scantias hemsida (2022). Utifrån hemsidorna kunde specifikationer och data från 2022 års timmerbilar samlas in.

I ett försök att samla in ytterligare information om timmersläp kontaktades vagns- och påbyggnadstillverkaren Björnavagnar. Ett möte bokades in den 2022-10-22 med platschefen. Under mötet presenterades vilka faktorer som har haft påverkan på släpvagnarnas utveckling. Data om dagens timmersläp presenterades och diskuterades (Karlsson 2022).

Ett par åkeriägare kontaktades för att samla in praktiska erfarenheter. En pensionerad åkeriägare från Hofors kontaktades. Den andra åkeriägaren som kontaktades var från Bredbyn. Båda delade med sig av information om vilka timmerbilar som de hade använt under sin karriär. Det kom även fram en del specifikationer om deras timmerbilar (Näslund 2022; Sjölander 2022). Näslund (2022) tillhandahöll även boken Näslund & Melin (2022). Boken användes som ett komplement till det redan existerande data.

Transportstyrelsens tjänst ”Fordonsuppgifter” användes för att söka reda på fakta om timmerbilar samt släp som var registrerade vid tidpunkten (2022-11-01). Denna källa erbjöd data om timmerbilar och släp som de var registrerade med samt uppgifter om tillverkarnas möjliga begränsningar. Data som gick att tillgå var tjänstevikter, lastvikter, totalvikter, antal axlar, axeltryck mm (Transportstyrelsen 2022).

2.6 Analyser

Utifrån det data som samlades delades både lastvikter och totalvikter upp i två olika grupper. De delades upp utifrån att ena gruppen var för vad som var lagligt och den andra vad de var konstruktiva att klara av beroende på om det var under eller över den vikt som var maximalt möjligt utifrån vad de tryck som axlarna på fordonet fick belasta vägen med. I resultatet kommer dessa att benämnas antingen som konstruktiva eller lagliga. Konstruktiva (lastvikter eller totalvikter) definieras som den maximala vikten fordonet/fordonen kunde väga utifrån tillverkarens specifikationer som var över den linje som axlarna maximalt fick bära på de vägarna med högst tolerans. Lagliga (lastvikter eller totalvikter) definieras som den vikt som fordonet/fordonen fick väga för att inte överstiga den gräns/linje som axlarna för fordonet inte fick belasta vägarna med högst tolerans med. Det förekom endast en typ av tjänstevikt i det insamlade data och det var den tjänstevikt som fordonet var registrerad med.

Efter datainsamlingen var klar förekom det värden som behövdes beräknas om för att få till rätt enhet. Vid tillfällen när det existerade flera värden inom en parameter för ett och samma år togs alla värden med i analysen. All värden togs med för att påvisa på den variation som förekom.

Hjultryck beräknades om till axeltryck enligt formel 1. Hjultryck används som begrepp först innan begreppet axeltryck infördes (Trafikverket 2011).

$$\text{hjultryck} \times 2 = \text{axeltryck} \quad (1)$$

Om två av tre av totalvikt, lastvikt och tjänstevikt var angett kunde den tredje parametern beräknas enligt sambandet i formel 2 (Transportstyrelsen 2021). Beräkningar av tjänstevikt utfördes på majoriteten av timmerbilarna som observerades i början av tidsserien. Hos timmersläp beräknades en del lastvikter på 1970-talet.

$$\text{Tjänstevikt} + \text{Lastvikt} = \text{Totalvikt} \quad (2)$$

Lastindex beräknades för en modell eller ekipage om tjänstevikt och lastvikt var angivet eller hade beräknats. Lastindex beräknades enligt formel 3.

$$\frac{\text{Lastvikt}}{\text{Tjänstevikt}} = \text{Lastindex} \quad (3)$$

När motorstyrkan angavs i hk beräknades den sedan om till SI-enheten kW enligt formel 4 (Ekholm et al 2013). Motorstyrkan omvandlades för majoriteten av observationerna.

$$0,7355 * hk = kW \quad (4)$$

Motorstyrkan per ton totalvikt beräknades ut enligt formel 5 när det existerade data om båda parametrarna för en modell eller för ett ekipage.

$$\frac{kW}{totalvikt} = kW \text{ per ton} \quad (5)$$

Vridmomentet för en motor kunde uttryckas i två enheter, kilopond-meter (kpm) och newtonmeter (Nm). Kilopond-meter räknades om till newtonmeter enligt formel 6 då newtonmeter var det korrekta SI-enheten.

$$kpm \times 9,80665 = Nm \quad (6)$$

Data om timmerbilar och timmersläp samlades in var för sig då det inte fanns data om enskilda timmerekipage. Därför användes data från timmerbilar och timmersläp för att beräkna fram data om timmerekipage. Data om timmerbilar och timmersläp matchades utifrån vilket år de observerades, om det inte fanns både en timmerbil och timmersläp under ett år så används inte det fordonet. De år som det fanns två eller flera timmerbilar eller timmersläp fick alla en kombination. Detta innebar att en specifik timmerbil eller timmersläp kunde användas mer än en gång i resultatet.

Timmerekipagens tjänstevikt beräknades enligt formel 7 om det fanns data från både timmerbilen och timmersläpet.

$$Tjänstevikt\ timmerbil + Tjänstevikt\ timmersläp = Tjänstevikt\ timmerekipage \quad (7)$$

Timmerekipagens lastvikt beräknades enligt formel 8 om det fanns data från både timmerbilen och timmersläpet.

$$\text{Lastvikt timmerbil} + \text{Lastvikt timmersläp} = \text{Lastvikt timmerekipage} \quad (8)$$

Timmerekipagens totalvikt beräknades enligt formel 9 om det fanns data från både timmerbilen och timmersläpet.

$$\text{Totalvikt timmerbil} + \text{Totalvikt timmersläp} = \text{Totalvikt timmerekipage} \quad (9)$$

Antalet axlar på timmerekipagen beräknades enligt formel 10 om det fanns data om antal axlar för både timmerbilen och timmersläpet.

$$\text{Antal axlar timmerbil} + \text{Antal axlar timmersläp} = \text{Antal axlar timmerekipage} \quad (10)$$

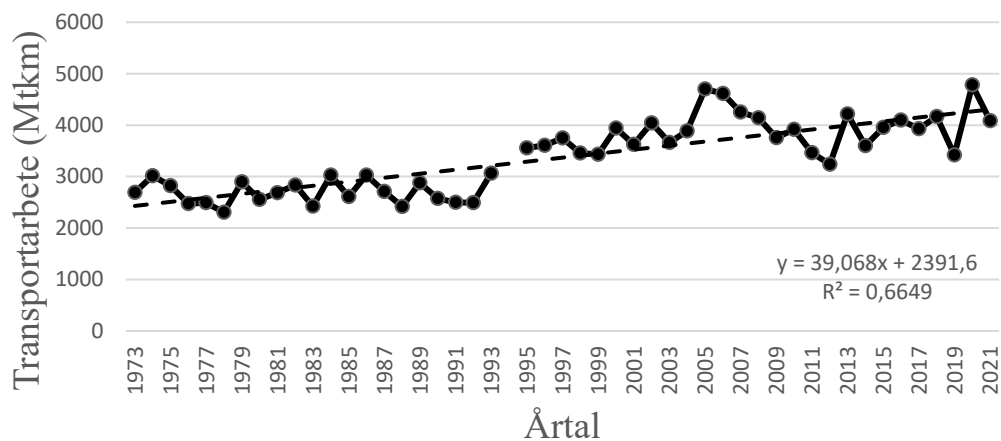
Utifrån det insamlade data skapades tidserier för varje parameter för att visa utvecklingen mellan 1945–2022. Det förekom inte alltid kompletta serier av data för varje parameter för varje år. Det förekom fall där ett årtal hade data från flera olika timmerbilar, timmersläp, kortvirkeskranar och timmerekipage. Figureerna kunde därför visa ett spann av data för ett specifikt år för att visa på variationen under det året, medan andra år existerade det ingen data alls. En trendlinje adderades i ett antal figurer för att underlätta läsbarheten och förtydliga trenderna.

3 Resultat

3.1 Övergripande utveckling

3.1.1 Transportarbete utfört av timmerbilar

Transportarbetet för timmerbilen var mellan åren 1973 och 1993 på mellan 2300 och 3000 Mtkm. År 1995 var transportarbetet på 3500 Mtkm och fram till år 2005 ökade transportarbetet till 4700 Mtkm. Sedan minskade transportarbetet till år 2011 som var det lägsta sedan år 1993 på 3200 Mtkm. Efter 2011 ökade transportarbetet till år 2020 som var det året med det största transportarbetet på 4800 Mtkm. Det existerade data under hela tidserier förutom för året 1994 (figur 2).

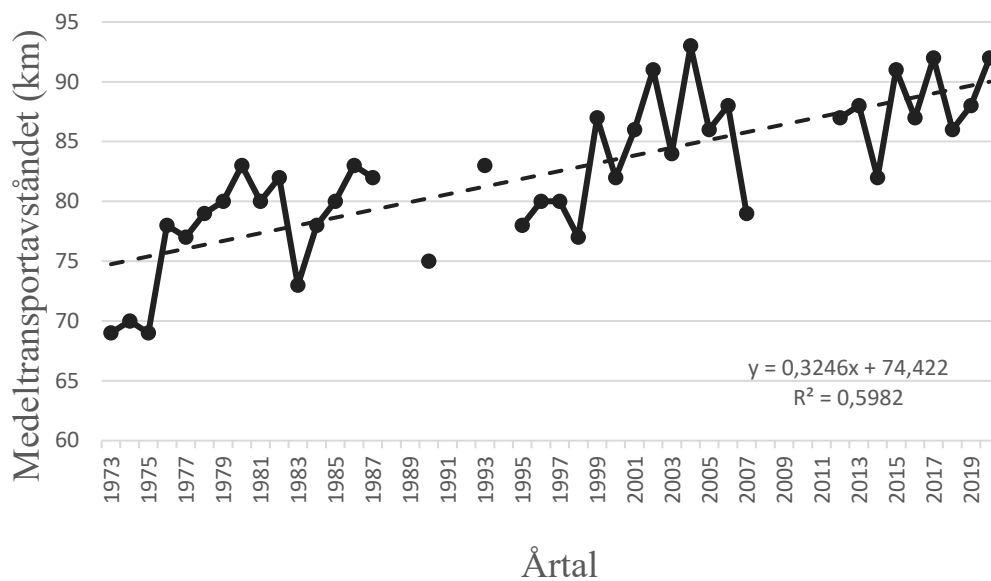


Figur 2. Transportarbetet för rundvirke (miljoner tonkm) som har transporterats med timmerbil mellan åren 1973 och 2021 med en streckad trendlinje (Skogsstyrelsen 1973–2014 och Trafa 2022).

Figur 2. The transport work for roundwood (millions of tonkm) that has been transported by logging trucks between the years 1973 to 2021 with a dashed trend line (Skogsstyrelsen 1973–2014 and Trafa 2022).

3.1.2 Medeltransportavstånd för timmerbilar

Medeltransportavståndet för rundvirke med timmerbilar från avlägg till mottagande destination (terminal och industri) från år 1973. Det kortaste medeltransportavståndet under studieperioden var år 1973 med 69 km. Medeltransportavståndet ökade under 1970- och 1980-talet till strax över 80 km. Från år 1995 till 2007 varierade medeltransportavståndet mellan 77 km och 93 km. Från år 2012 fram till år 2020 var medeltransportavståndet mellan 82 km och 92 km. Det förekom data om medeltransportavståndet för åren 1973 till 2020 med undantag för åren: 1988, 1989, 1991, 1992 och 1994 (figur 3).

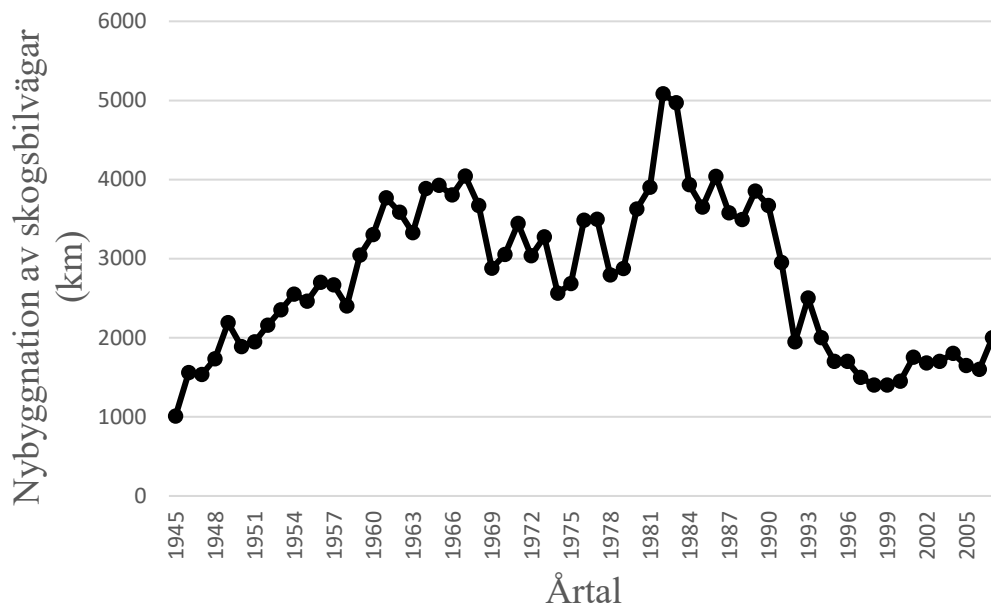


Figur 3. Medeltransportavstånd (km) för rundvirke med timmerbilar från år 1973 till 2020 med en streckad trendlinje (Skogsstyrelsen 1973–2014 och Skogsstyrelsen 2022).

Figure 3. Roundwood's average transport distance (km) with logging truck change over time from the year 1973 to 2020 with a dashed trend line (Skogsstyrelsen 1973–2014 and Skogsstyrelsen 2022).

3.1.3 Nybyggnation av skogsbilvägar

Direkt efter andra världskriget började Sveriges skogsbilvägar byggas ut alltmer. Året 1945 var nybyggnationen på 1000 km/år. Till året 1961 hade nybyggnationen ökat till strax under 4000 km/år och var på den nivån till år 1967. Efter året 1967 minskade nybyggnationer under några år till år 1974 som var lägst med 2500 km/år. Efter år 1974 började nybyggnationer att öka igen till år 1982. År 1982 var det år med störst nybyggnationer av skogsbilvägar med 5100 km/år. Sedan började en nedgång av nybyggnationer som stannade upp under några år mellan 1984 och 1990 då det var runt 3800 km/år. Minskningen fortsatte därefter ända till år 1999 då det byggdes 1400 km/år. Därefter ökade nybyggnationer till runt 1800 km/år under 2000-talet (figur 4).



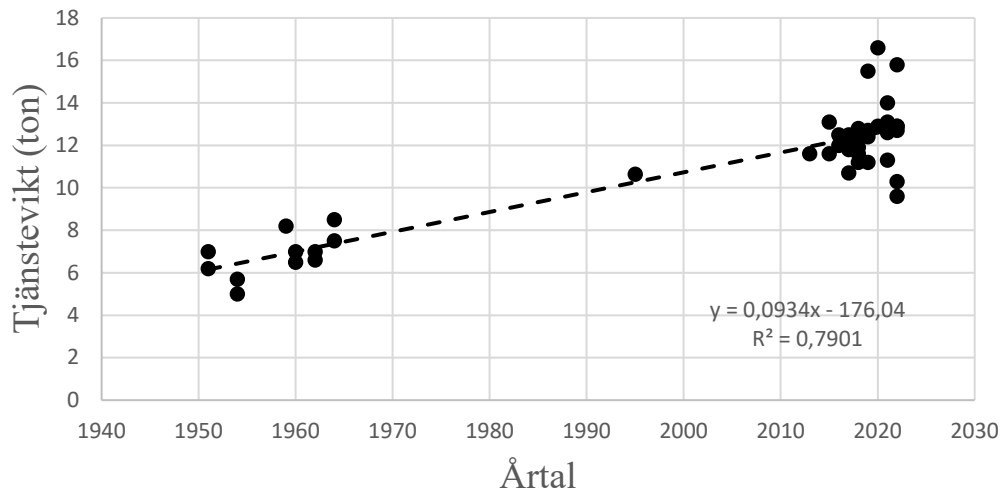
Figur 4. Nybyggnation av skogsbilvägar per år (km/år) mellan åren 1945 och 2007 (Skogsstyrelsen 1945–2007).

Figure 4. New constructions of forest roads per years (km/year) between 1945 and 2007 (Skogsstyrelsen 1945–2007).

3.2 Timmerbilar

3.2.1 Tjänstevikter

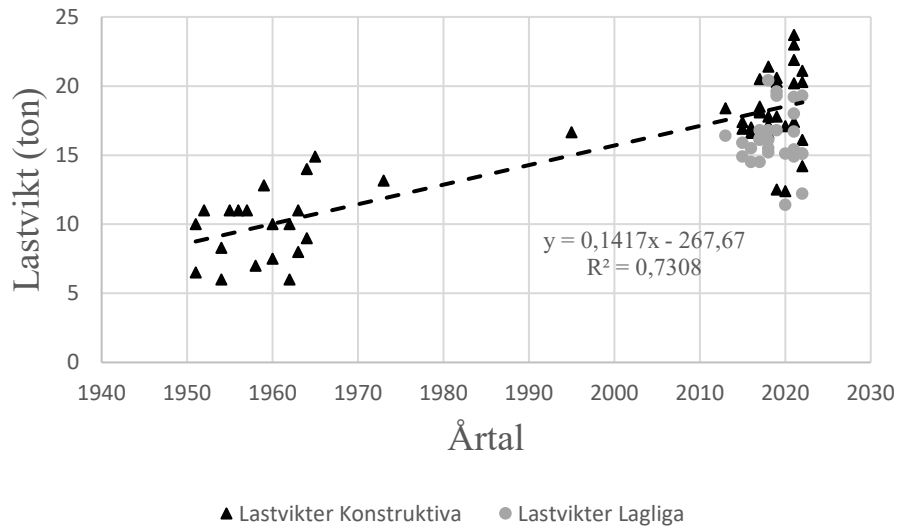
Tjänstevikten för timmerbilar var under 1950-talet och 1960-talet mellan 5 och 8,5 ton. På 2010-talet och 2020-talet var tjänstevikten mellan 10 och 17 ton. Majoriteten av tjänstevikterna var mellan 11 och 14 ton (figur 5).



Figur 5. Tjänstevikter (ton) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1951.
Figure 5. The operating weights (tons) over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022 with a dashed trend line. The earliest data was found from the year 1951.

3.2.2 Konstruktiva och lagliga lastvikter

Den konstruktiva max lastvikten (ton) för timmerbilar var under 1950-talet och under 1960-talet huvudsakligen mellan 6 och 13 ton. På 2010-talet och 2020-talet var de konstruktiva lastvikterna mellan 12,5 och 24 ton. De lagliga maxlastvikterna för timmerbilar var från år 2010 till 2022 mellan 11 och 21 ton (figur 6).

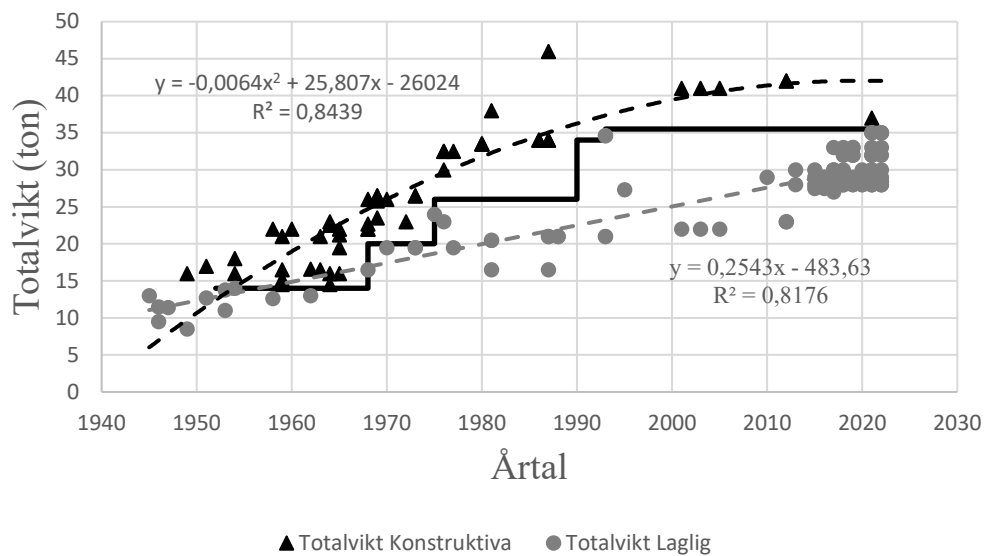


Figur 6. Konstruktiva och lagliga lastvikter (ton) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje för konstruktiva lastvikter. Data hittade tidigast från år 1951.

Figure 6. Constructive and legal payload (tons) over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022 with a dashed trend line for constructive weight. The earliest data was found from the year 1951.

3.2.3 Konstruktiva och lagliga totalvikter

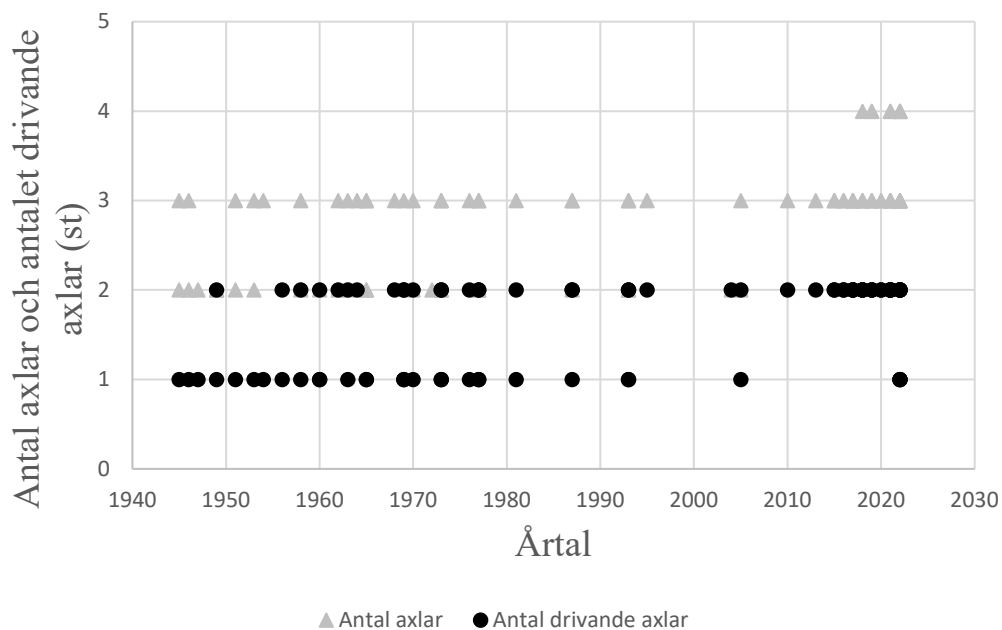
Den konstruktiva totalvikten för timmerbilar var under andra halvan av 1940-talet och under 1950-talet mellan 15 och 22 ton. Under 1970- och 1980-talet var de konstruktiva totalvikterna mellan 23 och 46 ton. Under 1990-talet och till år 2022 var den konstruktiva totalvikten mellan 41 och 42 ton. De lagliga totalvikterna var från slutet av 1940-talet till slutet av 1960-talet mellan 8 och 14 ton. Från 1970-talet till 1990-talet var de lagliga totalvikterna mellan 16 och 24 ton. På 2000-talet till 2020-talet var de lagliga totalvikterna mellan 22 och 35 ton (figur 7). Den heldragna linjen representerar den maximala belastningen i vikten (ton) som alla axlar tillsammans på en timmerbil fick belasta vägen med utifrån tabell 1.



Figur 7. Konstruktiva och lagliga totalvikter (ton) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en svart streckad trendlinje för konstruktiva totalvikter och en grå streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Den heldragna linjen var den maximala vikten (ton) som alla axlar på en lastbil fick belasta vägen med enligt tabell 1.
Figure 7. Constructive and legal gross vehicle weights (tons) over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022 with a black dashed trend line for constructive gross vehicle weight and a gray dashed trend line for legal gross vehicle weight. The solid line was the maximum weight (tons) that all axles of a truck were allowed to load the road with according to table 1.

3.2.4 Antal hjulaxlar

Utvecklingen av antal axlar på timmerbilarna började med att timmerbilarna hade mellan två och tre axlar från 1945 till 1970-talet. Från 1980-talet till mitten av 2010-talet förekom det endast observationer av timmerbilar med tre axlar. Fyraxliga timmerbilar observeras från mitten av 2010-talet till året 2022. Timmerbilar med en drivande axlar har funnits från år 1945 till 2022. Den första timmerbilen med två drivande axlar observerades i slutet av 1940-talet. Två drivande axlar förekom till år 2022. Två axlar betyder en axel fram och bak. Tre axlar betyder en axel fram och en boggi bak. Fyra axlar betyder en axel fram och en trippelaxel bak. De drivande axlarna var alltid bak på timmerbilen (figur 8).

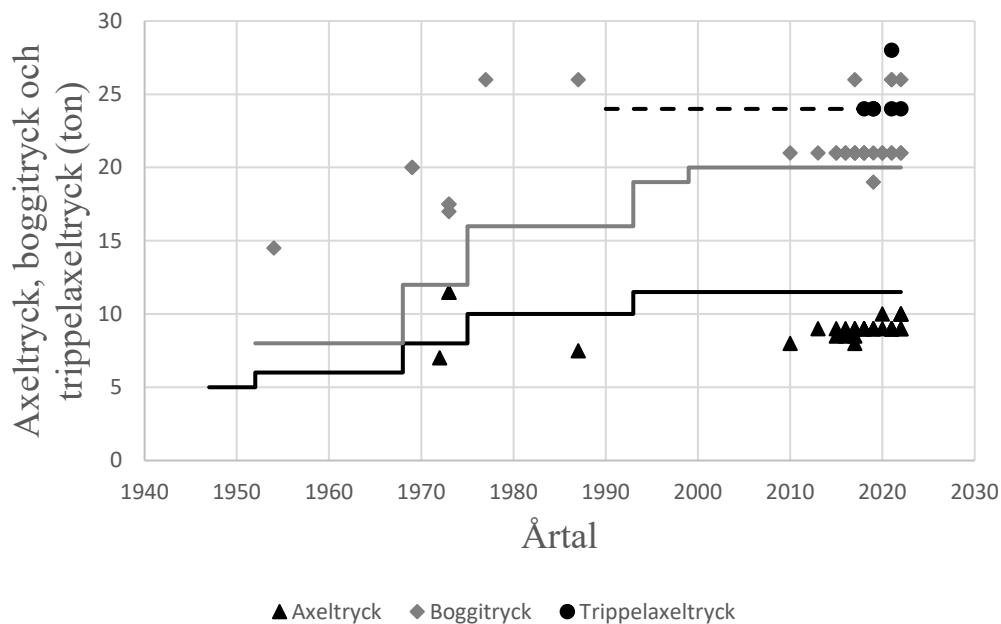


Figur 8. Antal axlar och antal drivande axlar över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022.

Figure 8. The number of axles and the number of driving axles over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022.

3.2.5 Konstruktiv axel-, boggi- och trippelaxeltryck

Axeltrycket (ton) som en ensam axel maximalt kunde belastas med var under 1970- och 1980-talet mellan 7 och 11,5 ton. Under 2010-talet till år 2022 hade en enkelaxel maximalt möjlighet att belastas med ett axeltryck på mellan 8 och 10 ton. För boggi utförande (två axlar) förekom det en observation från 1950-talet på 14,5 ton. Under 1960-talet till 1980-talet kunde boggitrycket maximalt var på mellan 17 och 26 ton. Från år 2010 till 2022 kunde boggiutförandet maximalt belastas med en vikt på som mest mellan 19 och 26 ton. Utförandet med trippelaxel kunde under 2010-talet till år 2022 belastas maximalt med ett trippelaxeltryck på mellan 24 och 28 ton (figur 9). Linjerna representerar den maximala vikten (ton) som en axel, boggiaxel eller trippelaxel fick belasta vägen med enligt lagen.

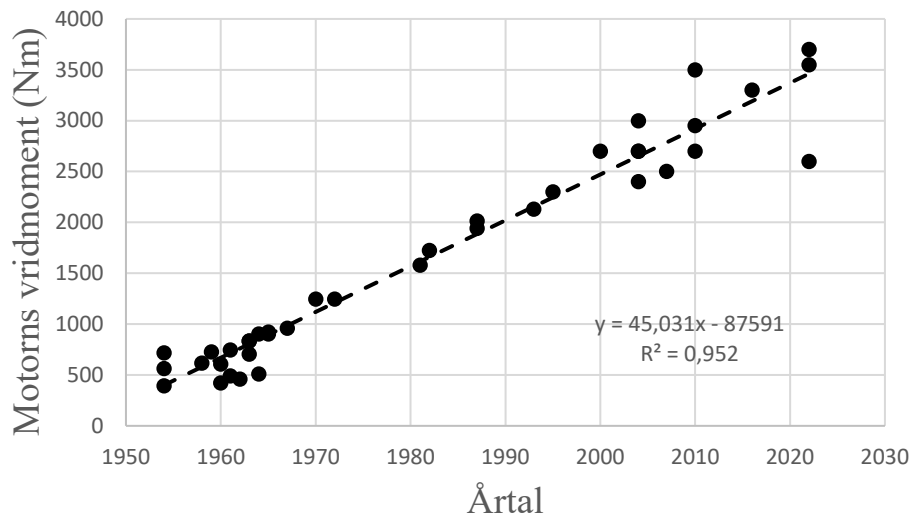


Figur 9. Axeltryck, boggitryck och trippelaxeltryck (ton) på axlar som de var konstruktiva med över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1954. Den svarta heldragna linjen var den maximala axeltrycket som vägar fick belastas med, den grå heldragna linjen gällde för boggitryck och den streckade svarta linjen var för trippelaxeltryck enligt tabell 1.

Figure 9. Axle load, bogie load and triple axle load (tons) on axes that they were constructive with over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022. The earliest data was found from the year 1954. The black solid line was the maximum axle load that roads were allowed to load with, the gray solid line applied for bogie load and the dashed black line was for triple axle load according to table 1.

3.2.6 Motorns vridmoment

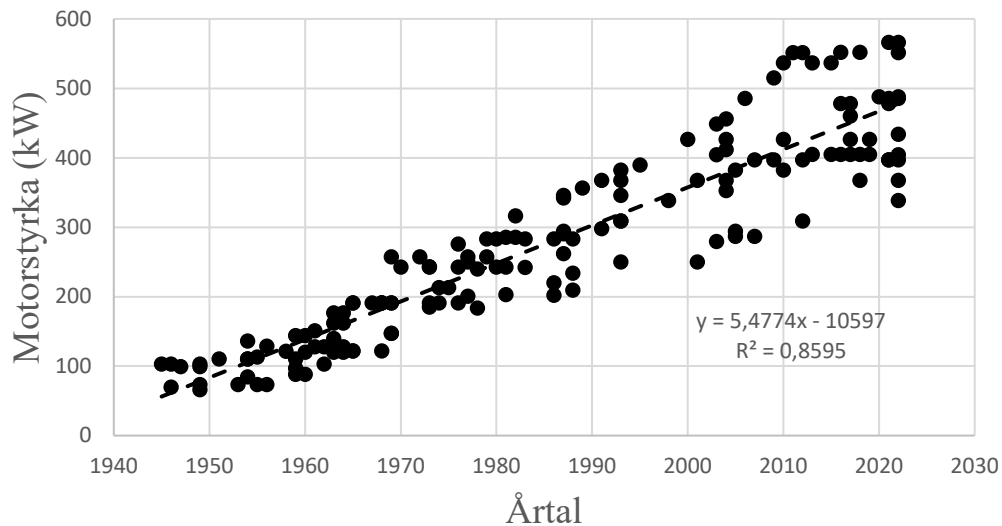
Motorns vridmoment (Nm) för timmerbilarna var under 1950-talet och 1960-talet mellan 420 Nm och 1000 Nm. Under 1980-talet hade motorns vridmoment ökat till över 2000 Nm. Motorns vridmoment hade till 2000-talet ökat till mellan 2400 och 3000 Nm och var som högst på 2020-talet med 3700 Nm. Det förekom en motor som hade ett vridmoment så lågt som 2600 Nm på 2020-talet (figur 10).



Figur 10. Motorns vridmoment (Nm) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1954.
Figure 10. Engine torque (Nm) over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022 with a dashed trend line. The earliest data was found from the year 1954.

3.2.7 Motorstyrka

Från år 1945 fram till slutet av 1950-talet var motorstyrkan mellan 70 och 140 kW. Motorstyrkan ökade under 1960- och 1970-talet och var på slutet mellan 180 och 300 kW. Ökningen fortsatte och var på slutet av 1990-talet mellan 250 och 430 kW. Under 2010- och 2020-talet var motorstyrkan mellan 338 och 570 kW (figur 11).

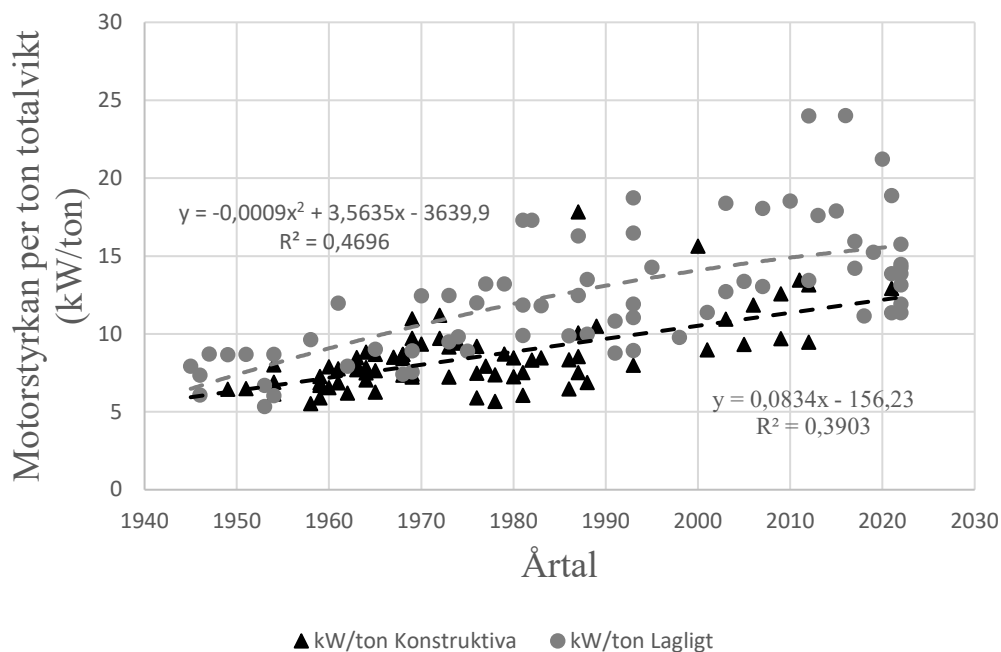


Figur 11. Motorstyrkan (kW) över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje.

Figure 11. Engine power (kW) over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022 with a dashed trend line.

3.2.8 Motorstyrka per ton totalvikt konstruktiva och lagliga totalvikter

Från 1945 till slutet av 1950-talet var motorstyrkan per konstruktiva totalvikter mellan 5,5 och 8 kW/ton. Under 1960- och 1980-talet var de lägre värdena desamma som på 1950-talet men de högre värdena hade ökat till 18 kW/ton för konstruktiva totalvikter. På 1990-talet och till år 2022 var värdena mellan 8 och 16 kW/ton för konstruktiva totalvikter. För värdena med lagliga totalvikter var värdena under slutet av 1940-talet till 1950-talet var mellan 5 och 10 kW/ton. Mellan 1960-talet och 1980-talet var värdena mellan 7 och 17 kW/ton för lagliga totalvikter. På 1990-talet och 2000-talet var värdena mellan 8,5 och 19 ton/kW för lagliga totalvikter. Från år 2010 till 2022 var värdena mellan 11 och 24 kW/ton (figur 12).

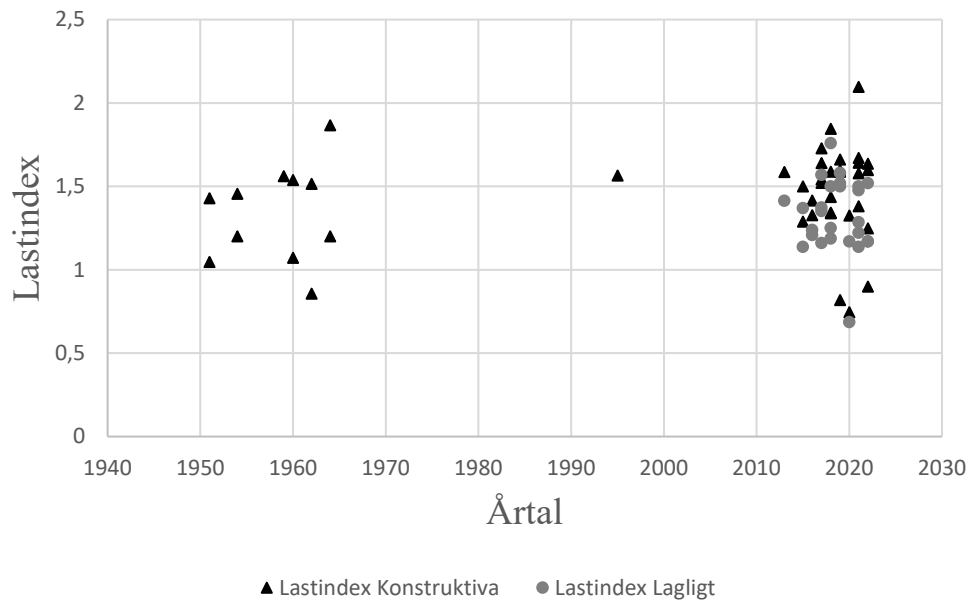


Figur 12. Motorstyrkan per ton totalvikt (kW/ton) beräknat på både konstruktiva totalvikter och lagliga totalvikter över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022. Den svart streckad trendlinje var för konstruktiva totalvikter och en grå streckad trendlinje var för lagliga totalvikter.

Figure 12. The engine power per ton total weight (kW/tons) calculated on both constructive gross vehicle weight and legal gross vehicle weights over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022. The black dashed trend line were for constructive gross vehicle weight and a gray dashed trend line were for legal gross vehicle weight.

3.2.9 Konstruktiva och lagliga lastindex

Lastindex för timmerbilar beräknat på konstruktiva lastvikter var från år 1950 till 2022 mellan 0,68 och 2,1. Lastindex för timmerbilar beräknat på lagliga lastvikter var mellan år 2013 och 2022 mellan 0,68 och 1,75 (figur 13).



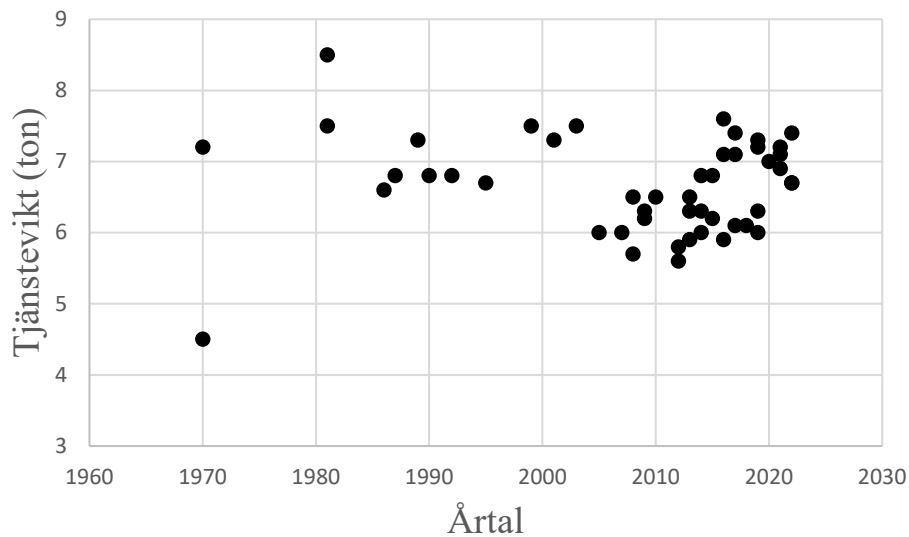
Figur 13. Lastindex utifrån både konstruktiva lastvikter (ton) och lagliga lastvikter över tid för lastbilar som har använts som timmerbilar i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1951.

Figure 13. The load index based on both constructive payload (ton) and legal payload over time for trucks that have been used as logging trucks in Sweden between the years 1945 and 2022. The earliest data was found from the year 1951.

3.3 Timmersläp

3.3.1 Tjänstevikter

Tjänstevikt (ton) för timmersläp var på 1980- och 1990-talet mellan 6,5 och 8,5 ton. Från år 2000 till 2022 var tjänstevikterna mellan 5,5 och 7,8 ton (figur 14).

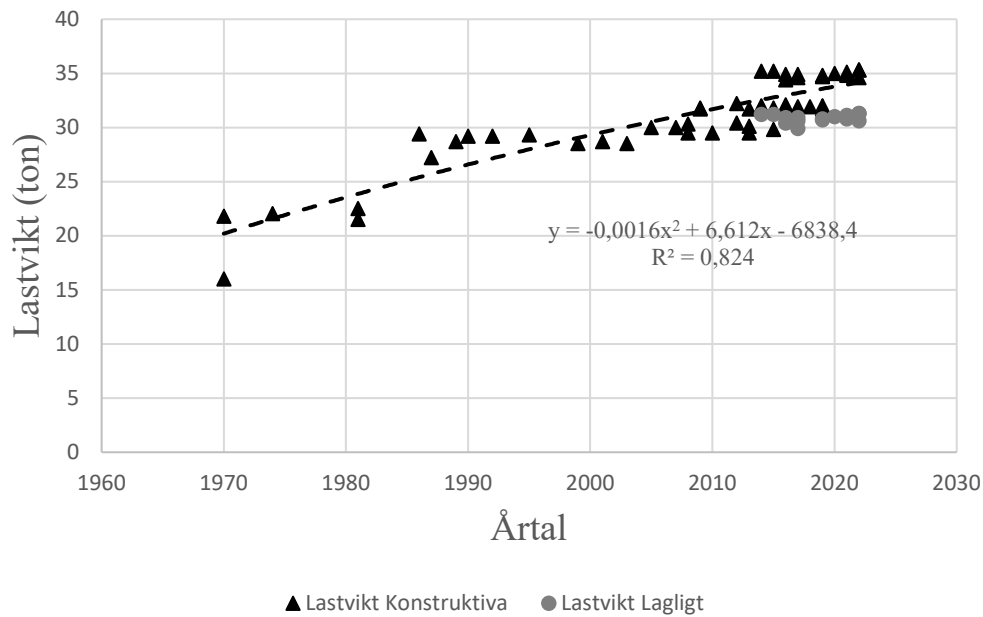


Figur 14. Tjänstevikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1970.

Figure 14. The operating weights (tons over time for trailers that have been used as logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022. The earliest data was found from the year 1970.

3.3.2 Konstruktiva och lagliga lastvikter

De konstruktiva lastvikterna var under 1970- och 1980-talet mellan 16 och 30 ton. Under 1990-och början av 2000-talet var de konstruktiva lastvikterna mellan 28 och 32 ton. Därefter var de konstruktiva lastvikterna mellan 29 och 35,5 ton. De lagliga lastvikterna var mellan år 2014 och 2022 mellan 29,5 och 31,5 (figur 15).

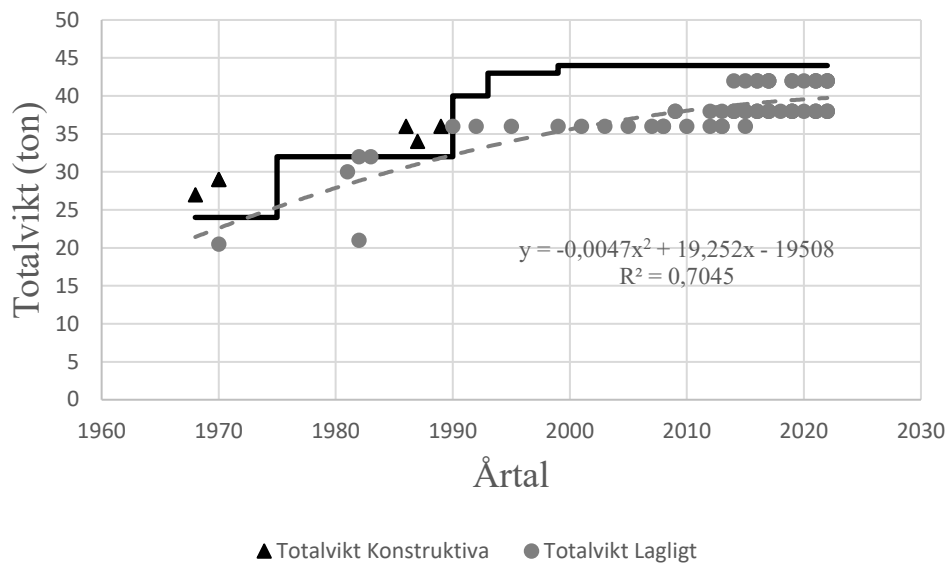


Figur 15. Konstruktiva och lagliga lastvikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en svart streckad trendlinje för konstruktiva lastvikter. Data hittades tidigast från år 1970.

Figure 15. Constructive and legal payloads (tons) over time for trailers that have been used as logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022 with a black dashed trend line for constructive payloads. The earliest data was found from the year 1970.

3.3.3 Konstruktiva och lagliga totalvikter

De konstruktiva totalvikterna (ton) var från slutet av 1960-talet till slutet av 1980-talet mellan 27 och 36 ton. De lagliga totalvikterna var från 1970-talet och första halvan av 1980-talet mellan 20 och 32 ton. Under andra halvan av 1980-talet till mitten av 2000-talet var de lagliga totalvikterna runt 36 ton. På andra halvan av 2000-talet ökade de lagliga totalvikterna till 38. Från mitten av 2010-talet ökade de lagliga totalvikterna till 42 ton och det förekom totalvikter ner till 36 ton (figur 16). Den heldragna linjen representerar den maximala belastningen i vikten (ton) som alla axlar tillsammans på en timmerbil fick belasta vägen med utifrån tabell 1.

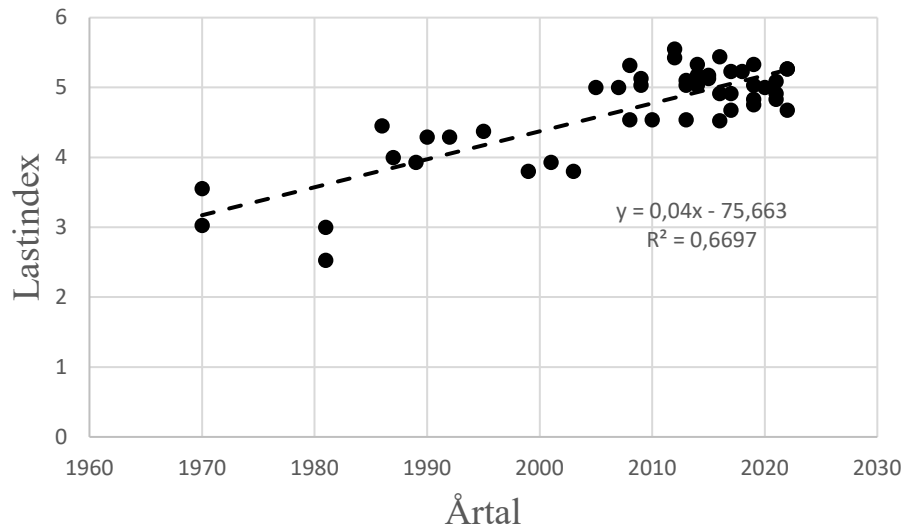


Figur 16. Konstruktiva och lagliga totalvikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en grå streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Data hittades tidigast från år 1968. Den heldragna linjen var den maximala vikten (ton) som alla axlar på ett släp fick belasta vägen med enligt tabell 1.

Figure 16. Constructive and legal gross vehicle weights (tons) over time for trailers that have been used as logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022 with a dashed trend line for legal gross vehicle weight. The earliest data was found from the year 1968. The solid line was the maximum weight (tons) that all axles of a truck were allowed to load the road with according to table 1.

3.3.4 Konstruktiva lastindex

I början av 1970-talet existerade det timmersläp med lastindex mellan 3 och 3,5. På 1980-talet var spridningen större och indexen var mellan 2,5 och 4,5. Mellan 3,8 och 4,4 var lastindex på 1990-talet och det högre värdet ökade till fem under 2000-talet. Under 2010- och 2020-talet var lastindex mellan 4,5 och 5,4 med majoriteten mellan 4,8 och 5,2 (figur 17). Alla värdena var beräknade utifrån konstruktiva lagliga lastvikter.

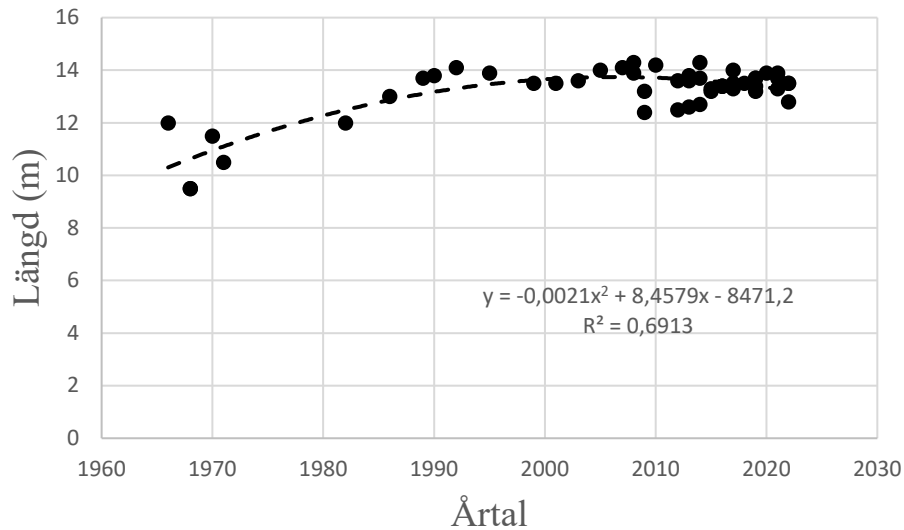


Figur 17. Lastindex utifrån konstruktiva lastvikter (ton) över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1970.

Figure 17. The load index based on constructive payloads over time for trailers that have been used as logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022 with a dashed trend line. The earliest data was found from the year 1970.

3.3.5 Längd

Längden (m) på timmersläpen var under 1960-talet och 1971 mellan 9,5 och 15 m. Under 1980- och 1990-talet var längderna mellan 12 och 14,1 m. På 2000-talet var timmersläpen mellan 12,4 och 14,3 m långa. Från år 2010 till 2022 var längderna mellan 12,5 och 14,3 m (figur 18).

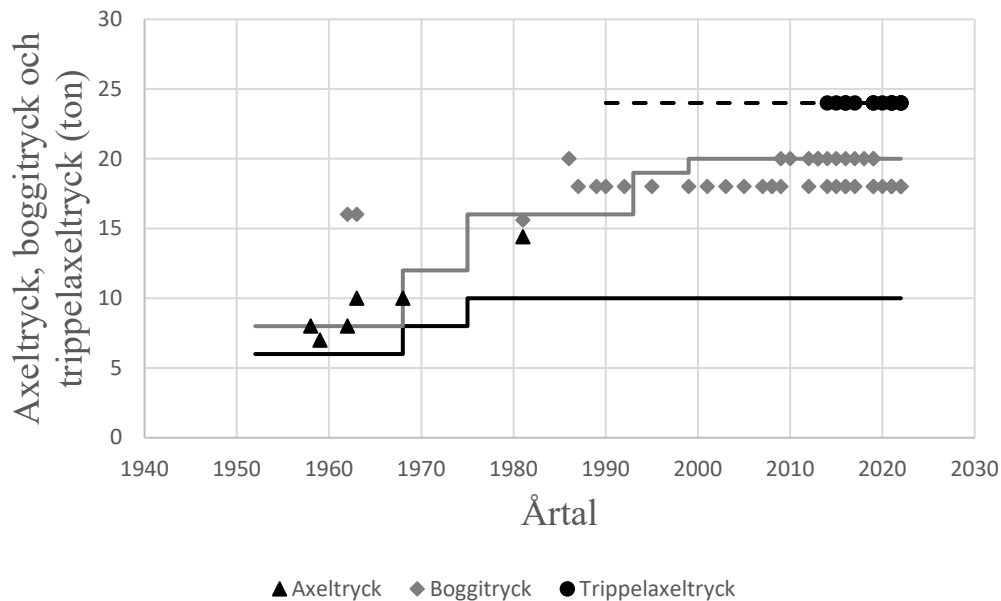


Figur 18. Längd (m) över tid på släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1966.

Figure 18. The length (m) over time of trailers that have been used as logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022 with a dashed trend line. The earliest data was found from the year 1966.

3.3.6 Konstruktiv axel-, boggi- och trippelaxeltryck

Axeltryck (ton) som en enkelaxel maximalt kunde belastas med var mellan år 1955 och 1970 7 till 10 ton. Det maximala boggitrycket på ett boggiutförande var under 1980-talet mellan 15,5 och 20 ton. Från 1990-talet till år 2022 förekom det boggiutförande som maximalt kunde utsättas för 18 tons boggitryck. I slutet av 2000-talet till år 2022 förekom det även boggiutförande som klarade av upp till 20 ton. Trippelaxeltrycket var från år 2014 till 2022 på 24 ton (figur 19). Linjerna representerar den maximala vikten (ton) som en axel, boggiaxel eller trippelaxel fick belasta vägen med enligt lagen.

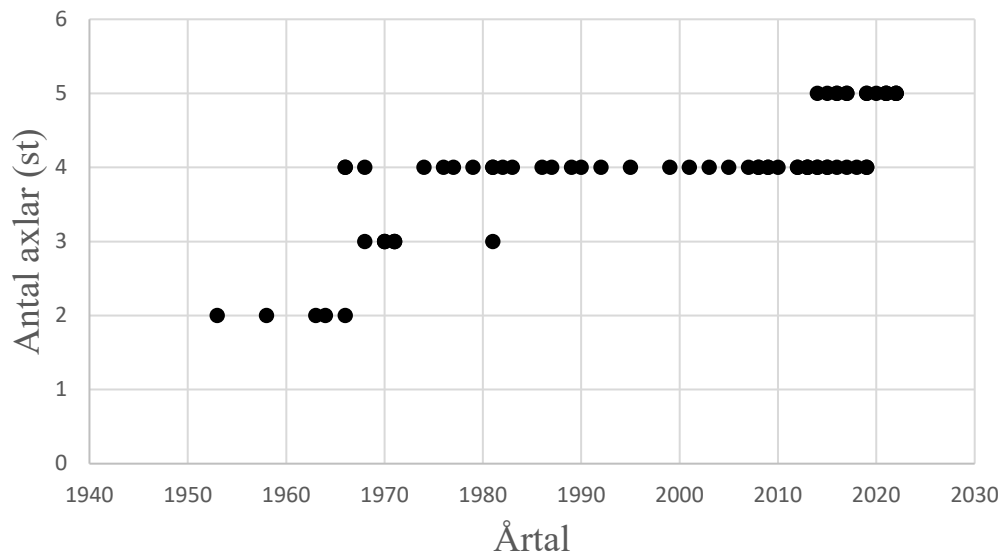


Figur 19. Axeltryck, boggitryck och trippelaxeltryck (ton) på axlar som de var konstruktiva med över tid för släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1958. Den svarta heldragna linjen var det maximala axeltrycket som vägar fick belastas med, den grå heldragna linjen gällde för boggitryck och den streckade svarta linjen var för trippelaxeltryck enligt tabell 1.

Figure 19. Axle load, bogie load and triple axle load (tons) on axles that they were constructive with over time for trailers that have been used as logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022. The earliest data was found from the year 1958. The black solid line was the maximum axle load that roads were allowed to load with, the solid gray line applied for bogie load and the dashed black line was for triple axle load according to table 1.

3.3.7 Antal hjulaxlar

Timmersläp hade under 1950- och 1960-talet två till fyra axlar per släp. Från år 1970 till 2010 producerades det huvudsakligen fyraxliga släp. Det producerades även treaxliga under 1970- och början av 1980-talet. Fyr- och femaxliga släp var vanliga under 2010-talet fram till år 2022. Två axlar betyder en enkelaxel fram och enkelaxel bak. Tre axlar betyder en enkelaxel fram och en boggi bak. Fyra axlar betyder en boggi fram och en boggi bak. Fem axlar betyder en boggi fram och en trippaxel bak (figur 20).

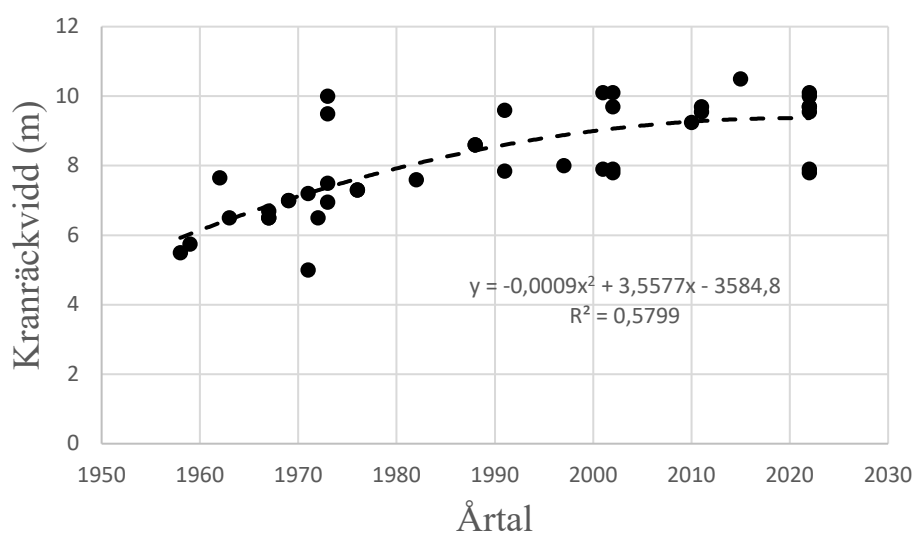


Figur 20. Antal axlar över tid på släp som har använts som timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Data hittades tidigast från år 1953.
Figure 20. Number of axles over time on trailers that have been used as logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022. The earliest data was found from the year 1953.

3.4 Kortvirkeskranar

3.4.1 Kranräckvidd

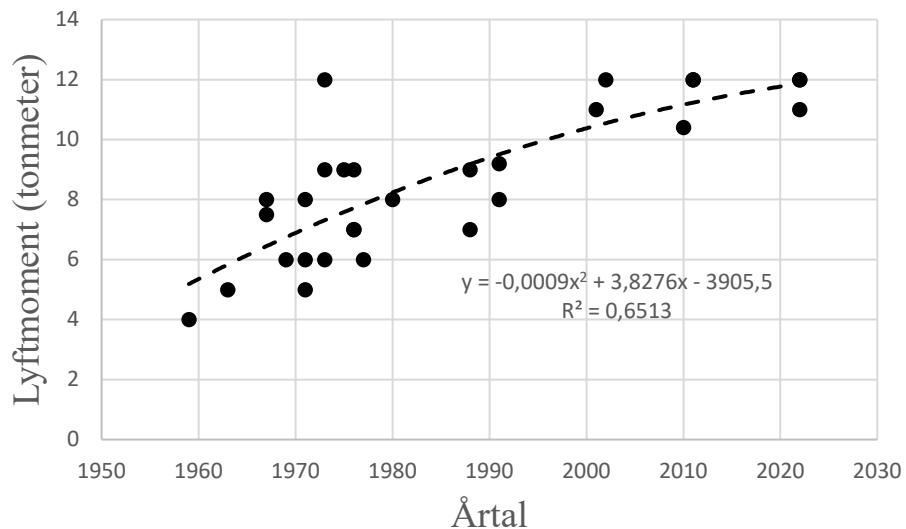
De första kortvirkeskranarna kom på slutet av 1950-talet, kranräckvidden låg till en början på under sex meter. Under 1970-talet existerade det modeller med mellan fem och 10 meter kranräckvidd med en majoritet runt sju meter. Från 1990- till 2020-talet var de längre kranarna runt 10 meter (figur 21).



Figur 21. Kranräckvidd (m) över tid mellan år 1945 och 2022 för kortvirkeskranar som har använts till timmerbilar i Sverige med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1958.
Figure 21. Crane reach (m) over time between the years 1945 and 2022 for short truck cranes that have been used for logging trucks in Sweden with a dashed trend line. The earliest data was found from the year 1958.

3.4.2 Lyftmoment

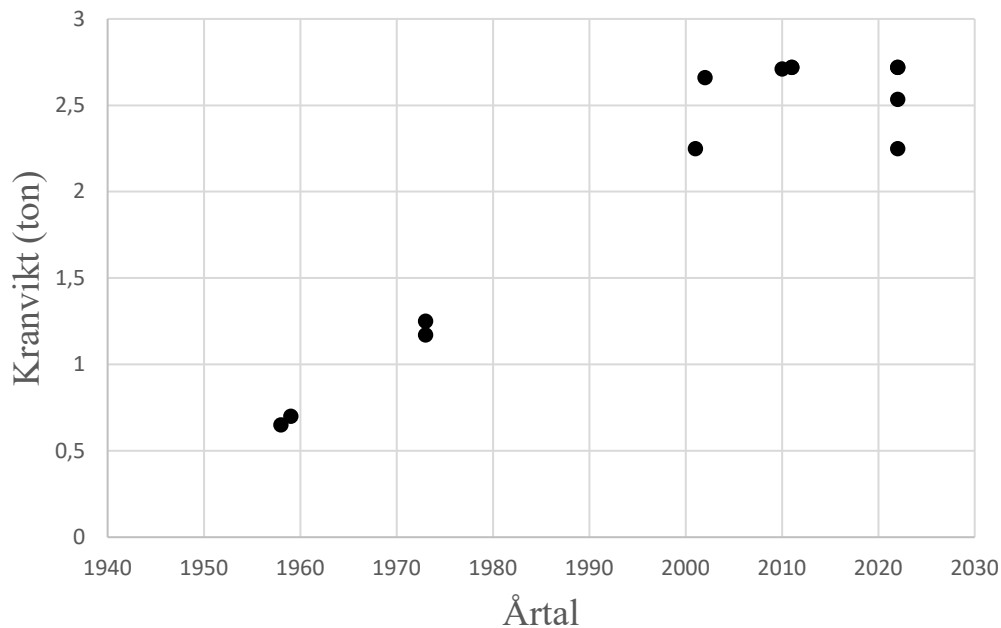
Lyftmomentet för kortvirkeskranarna på 1960-talet var mellan fyra och fem tonmeter. På 1970-talet var den mellan sex och nio tonmeter oftast men det förekom ett fall där en kran hade 12 tonmeters lyftmoment. Under 2000-talet hade kranarna som användes mellan 10,5 och 12 tonmeters lyftmoment (figur 22).



Figur 22. Lyftmoment (tonmeter) över tid mellan år 1945 och 2022 för kortvirkeskranar som har använts till timmerbilar i Sverige med en streckad trendlinje. Data hittades tidigast från år 1959.
Figure 22. Lifting torque (ton meters) over time between the years 1945 and 2022 for short truck cranes that have been used for logging trucks in Sweden with a dashed trend line. The earliest data was found from the year 1959.

3.4.3 Kranvikter

Kranvikterna på slutet av 1950-talet var runt 0,7 ton. På 1970-talet existerade det kortvirkeskranar som vägde runt 1,25 ton. Från år 2000 till år 2022 var kranvikterna mellan 2,25 och 2,75 ton. Kortvirkeskranar som var avtagbara vägde mer än kranar som var fastmonterade (figur 23).



Figur 23. Kranvikt (ton) över tid mellan år 1945 och 2022 för kortvirkeskranar som har använts till timmerbilar i Sverige. Data hittades tidigast från år 1958.

Figure 23. The crane weight (tons) over time between the years 1945 and 2022 for short truck cranes that have been used for logging trucks in Sweden. The earliest data was found from the year 1958.

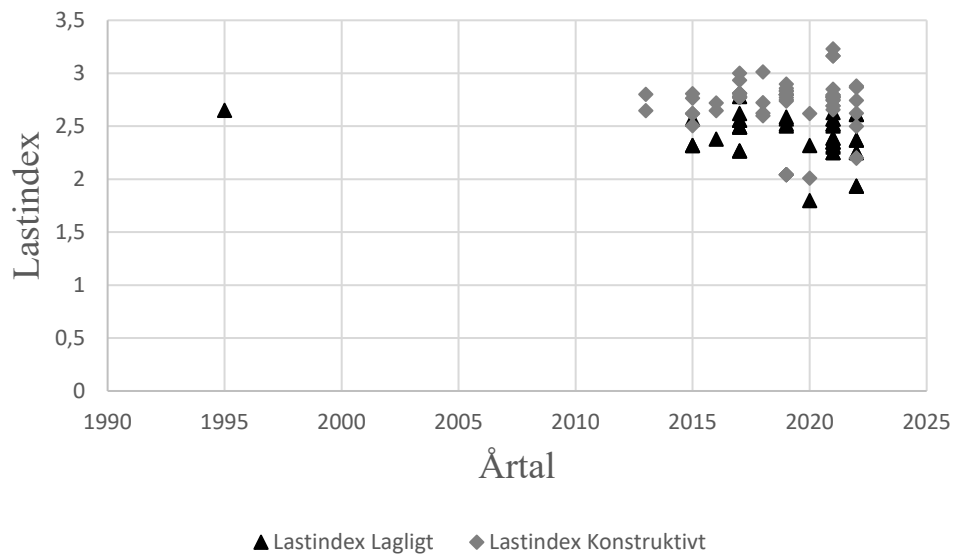
3.4.4 Kranvinkel

Kranvinkeln på kortvirkeskranarna var under 1960-talet mellan 360 grader och 450 grader. Under 1970- och 1990-talet utvecklades kranarna med en kranvinkel runt 410 grader. Från 2000-talet och senare var kranvinkel runt 415 grader.

3.5 Timmerekipage

3.5.1 Konstruktiva och lagliga lastindex

Det första lastindex som beräknades för lagliga kombinationer var år 1995 på 2,7. Under perioden 2015 till 2022 observerades lastindex för lagliga kombinationer med värden mellan 1,8 och 2,8. För lastindex som var beräknade utifrån konstruktiva kombinationer fanns det värden mellan 2013 och 2022, dessa värden var på mellan 2 och 3,2 (figur 24).

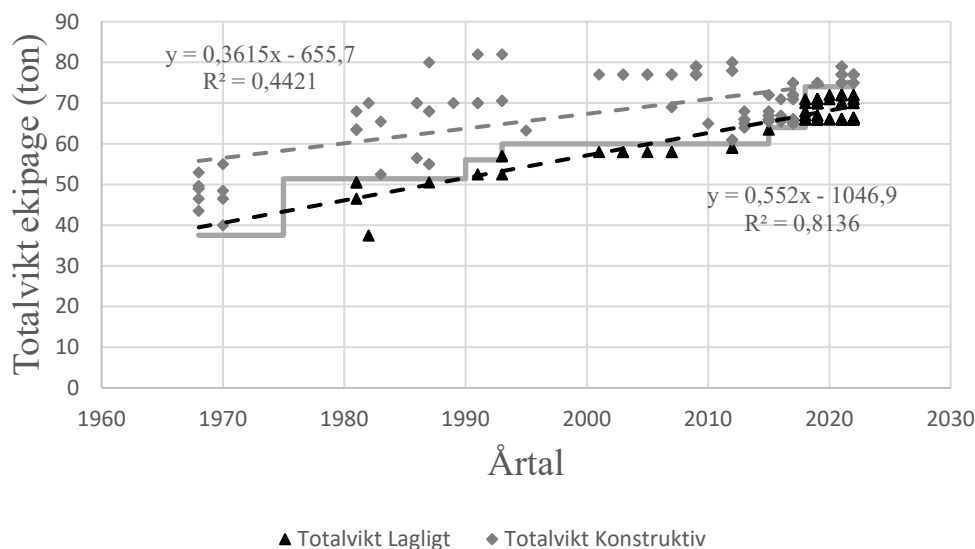


Figur 24. Lastindex utifrån både konstruktiva ekipage och lagliga ekipage. Ekipagen av timmerbilar och timmersläp var parade ihop utifrån årtal som det var observerade i datainsamlingen. Lastindexen är över tid för timmerbil med timmersläp i Sverige mellan år 1995 och 2022.

Figure 24. Load index based on both constructive carriage and legal carriage. The carriage of logging trucks and logging trailers were paired based on years observed in the data collection. The load index is over time for logging trucks with logging trailers in Sweden between the years 1995 and 2022.

3.5.2 Konstruktiva och lagliga totalvikter

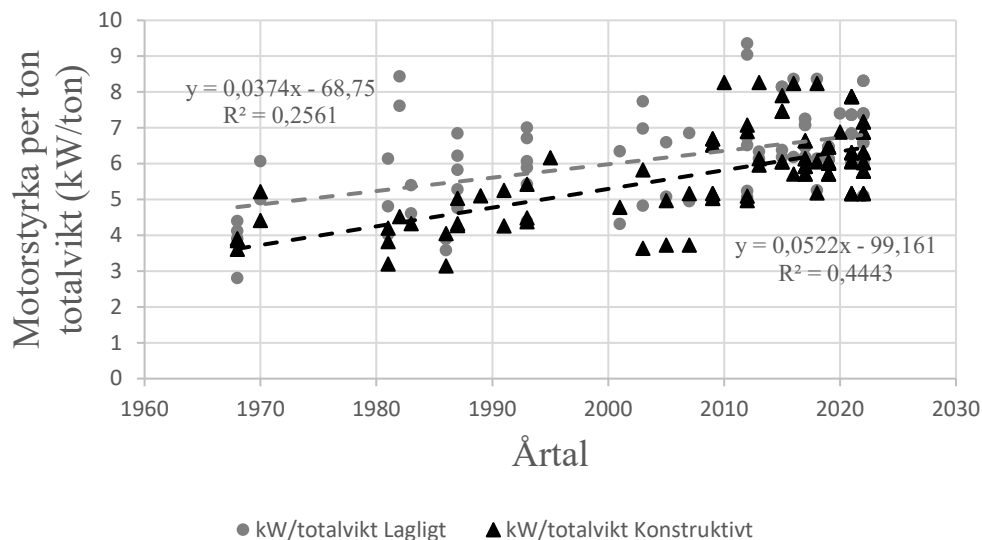
Totalvikten (ton) för timmerekipage beräknades från år 1968 till 2022. I slutet av 1960-talet observerades totalvikterna mellan 40 och 55 ton för konstruktiva ekipage. Under 1980- och 1990-talet var de högsta möjliga konstruktiva totalvikterna upp mot 82 ton och de lägre värdena var runt 53 ton. På 2000-talet var de konstruktiva totalvikterna mellan 69 och 80 ton. Under 2010-talet till år 2022 var de konstruktiva totalvikterna mellan 61 och 78 ton. Totalvikterna för de lagliga timmerekipagen var under 1980- och 1990-talet mellan 37,5 och 57 ton. Från år 2000 till år 2022 var de lagliga totalvikterna på mellan 58 och 72 ton (figur 25).



Figur 25. Totalvikter (ton) beräknades för både konstruktiva och lagliga timmerekipage. Kombinationerna av timmerbilar och timmersläp var parade ihop utifrån årtal som det var observerade i datainsamlingen. Totalvikten är över tid för timmerekipage i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en grå streckad trendlinje för konstruktiva totalvikter och en svart streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Den heldragna linjen representerar gränsen för den lagliga maximala bruttovikten för ett fordonståg enligt tabell 1. Data hittades tidigast från år 1968. *Figure 25. Gross vehicle weight (tons) was calculated for both constructive and legal logging carriage. The combinations of logging trucks and logging trailers were paired based on years observed in the data collection. The gross vehicle weight is over time for logging carriage in Sweden between the years 1945 and 2022 with a gray dashed trend line for constructive gross vehicle weight and a black dashed trend line for legal gross vehicle weight. The solid line represents the limit of the legal maximum gross vehicle weight of a train of vehicles according to table 1. The earliest data was found from the year 1968.*

3.5.3 Motorstyrka per ton totalvikt utifrån konstruktiva och lagliga totalvikter

Motorstyrkan per ton totalvikt (kW/ton) utifrån konstruktiva totalvikter beräknades från år 1968 var från början mellan 3,6 och 5,2 kW/ton. Värdena ökade under 1980- och 1990-talet för de med konstruktiva totalvikter till mellan 3 och 6,2 kW/ton. På 2000-talet värdena mellan 3,6 och 6,7 kW/ton och sedan under 2010-talet till år 2022 var värdena för de med konstruktiva totalvikter mellan 4,9 och 8,2 kW/ton. Motorstyrkan per ton totalvikt (kW/ton) utifrån lagliga totalvikter beräknades från år 1968 var från början mellan 2,8 och 6 kW/ton. Värdena ökade under 1980- och 1990-talet för de med lagliga totalvikter till mellan 3,6 och 8,5 kW/ton. På 2000-talet värdena mellan 4,3 och 7,8 kW/ton och sedan under 2010-talet till år 2022 var värdena för de med lagliga totalvikter mellan 5,2 och 9,4 kW/ton (figur 26).

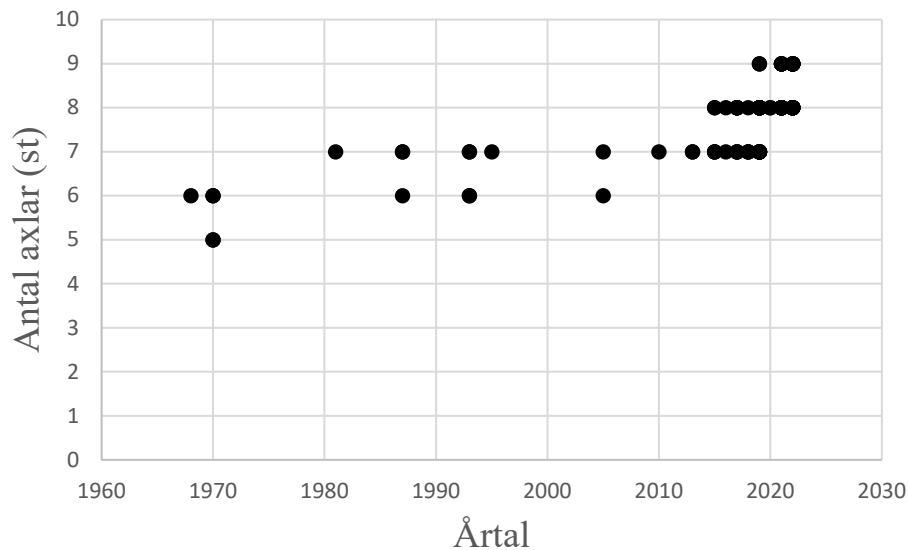


Figur 26. Motorstyrkan per ton totalvikt (kW/ton) över tid för timmerbilar med timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022 med en grå streckad trendlinje för konstruktiva totalvikter och en svart streckad trendlinje för lagliga totalvikter. Totalvikterna till beräkningarna var både konstruktiva och lagliga totalvikten för timmerbilar och timmersläpsläpen. Data hittade tidigast ifrån år 1968.

Figure 26. Engine power per ton gross weight (kW/tons) over time for logging trucks with logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022 with a gray dashed trend line for constructive gross vehicle weight and a black dashed trend line for legal gross vehicle weight. The gross vehicle weights for the calculations were both constructive and legal weight for logging trucks and logging trailers. Data found from the year 1968 at the earliest.

3.5.4 Antal hjulaxlar

Antalet axlar som har varit monterad på timmerekipage var runt år 1970 fem till sex stycken. Axelkombinationerna som observerades runt år 190 var 2+3 (timmerbil + timmersläp) och 3+3. Från år 1980 till år 2010 var antalet axlar mellan sex och sju stycken, de axelkombinationer som observerades var 3+3 och 3+4. Efter år 2010 var antalet axlar mellan sju och nio stycken, axelkombinationerna som observerades var 3+4, 3+5, 4+4 och 4+5 (figur 27).



Figur 27. Antal axlar över tid för timmerbilar med timmersläp i Sverige mellan år 1945 och 2022. Kombinationerna av timmerbilar och timmersläp var parade ihop utifrån årtal som det var observerade i datainsamlingen och antalet axlar summerades ihop utifrån kombinationerna. Data hittades tidigast från år 1968.

Figure 27. Number of axles over time for logging trucks with logging trailers in Sweden between the years 1945 and 2022. The combinations of logging trucks and logging trailers were paired based on years observed in the data collection and the number of axles was summed based on the combinations. The earliest data was found from the year 1968.

4 Diskussion

4.1 Resultatdiskussion

4.1.1 Lagstiftning och i större kontext

Lagarna som reglerar transportinfrastrukturen har satt rammarna för timmerekipagens utveckling. Alla parametrar som finns i tabell 1 har med tiden tillåtit högre belastningar på det allmänna vägnätet. Undantaget är trippelaxel som endast har haft ett värde. Det finns en skillnad mellan bärighetsklasser på hur mycket en timmerbil kan belasta vägen. BK1 som enligt Trafikverket (2021) var den vanligaste bärighetsklassen har den näst högsta totalvikten med 64 ton (Trafikverket 2021). Det skiljer inget mellan BK1 och BK4 när det gäller belastningar på axlar, boggi eller trippelaxlar. Den enda skillnaden var att BK4 tillät en högre totalvikt med 10 ton (tabell 2).

Transportarbetet (figur 2) och medeltransportavståndet (figur 3) har båda ökat trender under studieperioden. Transportarbetet har ökat med runt 50 % medan medeltransportavståndet har ökat med runt 30 % under studieperioden. I om med att flottningssystemen har försvunnit har timmerbilar behövt transportera allt större volymer direkt till industrin eller terminaler. Enligt Skogsstyrelsen (1984; 1999; 2014) har flera industrier lagts ner från år 1973 till 2014. De flesta som är kvar har i stället utökat sin kapacitet (Skogsstyrelsen 1984; Skogsstyrelsen 1999; Skogsstyrelsen 2014). Detta leder i sig själv till att det blir färre destinationer att leverera virke till. Färre destinationer leder till längre transporter från avlägsna avlägg. Det styrks av att medeltransportavståndet (figur 3) för timmerbilar har blivit längre under samma tidsperiod. Ett längre medeltransportavstånd har även en ökande påverkan på transportarbetet (figur 2). Transportarbetet för timmerbilar har under den perioden 1973 till 2011 ökat.

Nybyggnation av skogsbilvägar (figur 4) hade en ökande trend fram till år 1982. Sen minskade nybyggnationen tills år 2007. Nybyggnation av skogsbilvägar är en kostnad som måste vägas mot skotningskostanden vid avverkning och gallring. Enligt Filipsson (u.å.) ökar totalkostnaden vid avverkning och gallring när terrängtransportavståndet är över 600 meter. Totalkostnaden ökar även när terrängtransportavståndet är kortare än 300 meter (Filipsson u.å.). Desto mer vägar som byggs desto kortare blir det genomsnittliga terrängtransportavståndet. Detta kan vara en bidragande orsak till att nybyggnationerna minskade från år 1982 till 2007.

4.1.2 Timmerbilar

Tjänstevikt (figur 5), lastvikt (figur 6) och totalvikt (figur 7) har alla ökat under studieperioden, men det finns en skillnad mellan konstruktiva och lagliga vikter. Det som är tydligt är att det finns en variation av observerade värden inom figurerna 5 till 7 inom ett år eller inom en kortare (fem år) tidsperiod. Variationen går att observera under hela studieperioden där det finns observerade värden. För tjänstevikten (figur 5) finns det en stor spridning av vikter i slutet av tidserien. Det kan finns flera orsaker till variationen. En del av förklaringen är hur timmerbilarna är utrustad. En fastmonterad kran räknas in i timmerbilens tjänstevikt medan en löstagbar ej räknas med. Att gå från tre axlar till fyra axlar (figur 8) ökar tjänstevikten men ökar även möjligheten till en högre lastvikt på timmerbilen. Utifrån tabell 2 ökar totalvikten med två ton för en timmerbil med fyra axlar på BK1 vägar. Det finns även en skillnad på BK4 vägar där trippelaxel kan ta fyra ton mer än ett boggiutförande. En ökande tjänstevikt kan därför kompenseras av en högre totalvikt och lastvikt. Totalvikten (figur 7) har sen innan 1950-talet mer än dubblats i några fall till 2020-talet. Den är ingen större skillnad mellan den konstruktiva och lagliga totalvikten utifrån procentutvecklingen, de konstruktiva värdena och de lagliga värdena har ökat båda med cirka 160 %. I verkligheten har dessa konstruktiva högre värdena ingen påverkan då åkarna ej kan utnyttja denna kapacitet på grund av lagstiftningen. Att vara registrerad med totalvikt eller totalvikt i kombination med släpvagn som är högre än vad som är tillåtet är också en ytterligare kostnad. Totalvikterna som timmerbilarna är registrerade med är antingen den maximala vikten som är tillåtet på BK1 vägar eller lägre. Detta gör att figur 7 ej illustrerar utvecklingen av totalvikterna som timmerbilarna har vägts när de har framförts på det allmänna vägnätet i Sverige. Figur visar dock vad som hade varit möjligt att framföra med de timmerbilar som tillverkas enligt tillverkarnas specifikationer. Timmerbilarnas lastvikt (figur 6) behöver endast räkna in vikten av en trave och möjligtvis en löstagbar kran. Om timmerbilen har en fastmonterad kran eller inte påverkar hur stor lastvikt en timmerbil är i behov av. Utifrån figur 23 är kranvikterna mellan 2,25 och 2,75 ton på 2000-talet.

En timmerbil med fastmonterad kran kan därför antas ha en högre tjänstevikt och lägre lastvikt utan att det påverkar lastförmågan jämfört med en timmerbil utan fastmonteradkran. Utifrån figur 6 är det tydligt att de lagliga lastvikterna var lägre än konstruktiva lastvikter men det fanns en stor spridning inom båda kategorierna.

För att kunna åskådliggöra hur lastförmågan har utvecklats över tid är det lättast att studera förändringen av lastindex (figur 13). Observationerna av lastindex har inte haft någon större förändring över tid. Det som är möjligt att säga är att tjänstevikten har ökat proportionerligt med lastvikten under studieperioden. De yttre värdena runt år 2020 är timmerbilarna med lägre tjänstevikt med högre lastvikt och högre tjänstevikt med lägre lastvikt. Det kan antas att timmerbilar med fastmonteradkran är överrepresenterad i av de lägre värdena och tvärtom för timmerbilar utan fastmonteradkran. De konstruktiva värdena ligger högre i figuren i relation till de lagliga värdena, det är helt i linje med att de konstruktiva lastvikterna är högre än de lagliga lastvikterna.

Motorernas vridmoment (figur 10) och motorstyrka (figur 11) har ökat över hela studieperioden. Motorernas vridmoment har under den studerade perioden ökat med över 400 % för de högsta värdena medan motorstyrka har ökat med över 450 % under samma period. Motorstyrkan per totalvikt (figur 12) har ökat med 60–200 % för de värden som var räknat på lagliga totalvikter, för de värden som var räknat på konstruktiva totalvikter var ökningen med cirka 80 %. I och med att vikterna på timmerbilarna har ökat har även motorstyrkan ökat för att orka med de tyngre lasterna. Det är inte alltid åkerier väljer de största motorerna till sina timmerbilar. Enligt Lövdahl (2022) finns det åkerier som endast tar de motorer som är tillräckligt starka för att klara deras specifika förutsättningar. Verksamhetsområdets terräng spelar stor roll då tuffare terräng kräver en starkare motor. Det är en ekonomisk fråga då större motorer har en högre bränsleförbrukning (Lövdahl 2022).

4.1.3 Timmersläp

Tjänstevikten (figur 14) för timmersläp har under med ett undantag minskat med 15–35 % under studieperioden. Utifrån figuren finns majoriteten av de lägre observationerna av tjänstevikter grupperade i slutet i studieperioden. Det finns även en grupp observationer cirka en ton ovanför under samma tidsperiod. Denna skillnad kan vara kopplat till antalet axlar (figur 20) då det finns observationer av både fyra och femaxliga släp under den tiden. En extra axel innebär en viktökning som höjer tjänstevikten men som i andra hand kan öka den maximala totalvikten på släpet. Utifrån figur 16 om totalvikter går det att urskilja tre horisontella grupper av observationer. Den översta linjen var på 42 ton och var den konstruktiva totalvikten för släp med en boggiaxel och en trippelaxel.

Den mellersta linjen på 38 ton var för både släp med två boggies och med en boggiaxel och en trippelaxel och var majoritet av fall den lagliga totalvikten på BK1 vägar för dessa kombinationer av axlar. Den undre linjen var endast för släp med två boggies på 36 ton var även den lagliga totalvikten. Alla tre nivåer av ökning har alla kommit innan en lagförändring. Detta kan vara för att åkerierna vill kunna transportera den maximala mängden rundvirke som är möjligt direkt vid förändringar av lagar. I slutändan handlar det alltid om ekonomi. De observationer som sticker ut i från lastvikterna (figur 15) är de konstruktiva lastvikterna som ligger runt 35 ton. Variationen av observationer genom tidserien är annars mellan två och fyra ton inom ett och samma år. Förändringen av lastförmågan kan utläsas utifrån lastindex (figur 17). Från 1970-talet och början av 1980-talet till 2020-talet har lastindex som var beräknat på konstruktiva lastvikter har ökat med 60–70 %. Den ökade lastförmågan kan bero av flera saker. En orsak kan vara att släpen har utvecklats med lättare material samt konstruerat bättre. Det stämmer in på det Karlsson (2022) presenterade.

Längden på släpen (figur 18) varierade runt 1970-talet inom ett spann på tre meter. På 2000-talet varierade släpen inom ett två meters spann. Under hela studieperioden är ökningen av längden på 15–45 % men denna ökning skedde huvudsakligen mellan 1970-talet och 1990-talet. Från 1990-talet till år 2022 har längden varit inom samma spann. Enligt Karlsson (2022) anpassas släpens längd efter längden på timmerbilen för att vara inom den lagliga gränsen för totallängden. Det är dragstången som kortas ner vid behov (Karlsson 2022). En annan orsak kan vara att olika tillverkare tillverkar olika långa släp.

Fyra axlar till ett timmersläp (figur 20) har varit den vanligaste specifikationen under studieperioden. Redan år 1990 kom lagen om trippelaxeltryck (tabell 2) men den första observerade timmersläpet med en trippelaxel kom år 2014. Detta var dock endast året innan lagen om 64 tons totalvikt började gälla samt fyra år innan lagen om 74 tons totalvikt började gälla. Utvecklingen till flera axlar har en stark koppling till den maximala totalvikten som en timmerbil får framföra. Vikten som fick belasta en boggi (figur 19) har enligt lag varit 18 ton eller i vissa fall 19 ton. Med undantag för en observation år 1986 har vissa boggiaxlar en kapacitet att klara 20 tons boggitryck. Vid jämförelse med totalvikterna på släpen (figur 16) stämmer belastningarna på axlarna in med vad släpen har för totalvikt.

4.1.4 Kortvirkeskranar

Räckvidden på kortvirkeskranar (figur 21) har utvecklats mot längre kranar med cirka 80 % under studieperioden. Kranarna som använts har utvecklats mot en kranlängd på mellan 9 och 11 meter. En delorsak till detta är att det finns ett säkerhetsavstånd mellan allmänväg och avlägg.

Enligt Trafikverket (2020) är säkerhetsavståndet mellan 2 och 9 meter beroende på hastigheten på vägen. Högre hastighet leder till större säkerhetsavstånd (Trafikverket 2020). Även om högsta säkerhetsavståndet är 9 meter krävs det ytterligare räckvidd för att kunna lyfta virket vid tyngdpunkten. Ett problem med längre räckvidd är att kranarna orkar mindre desto längre ut den försöker lyfta virket. Utifrån figur 22 har lyftmomentet ökat till 12 tonmeter som mest vilket var en ökning med cirka 200 % under studieperioden. Vid jämförelse mellan figur 21 och figur 22 kan det antydast att lyftmomentet följer kranräckviddens utveckling. Under 1970- och 1980-talet var kranräckvidden oftast mellan 6,5 och 8 meter. Lyftmomentet var under samma period mellan sex och nio tonmeter. Lyftkapaciteten längst ut på kranen blir därför i snitt en ton. Denna trend går att se igenom hela tidserien.

Kranvikten (figur 23) har ökat under studieperioden. Eftersom det inte finns några observationer under 1960-, 1980- och 1990-talet är det svårt att säga exakt hur utvecklingen sett ut. Det som går att se är att vikterna har planat ut från 2000-talet till 2020-talet. Skillnaden i vikt mellan en fastmonterad kran och en avtagbar måste vägas mot nyttorna med dessa båda. Enligt Andersson (2014) används avtagbara kranar i områden med längre medeltransportavstånd för att öka lastförmågan. Dock försvinner möjligheten till returlast om inte en grupplastare finns tillgänglig (Andersson 2014).

4.1.5 Timmerekipage

Lastindexen för timmerekipage (figur 24) fanns det begränsat om data om i studien. Utifrån det data som fanns går det att utläsa att det finns en spridning i figuren från 1,8 till 2,8 för lastindex baserade på lagliga lastvikter och för konstruktiva lastvikter var spridningen på lastindex mellan 2 och 3,3. De konstruktiva lastindexen var högre i jämförelse med de lagliga lastindexen. Totalvikten för timmerekipage (figur 25) visar att de lagliga totalvikterna har ökat med cirka 60 % från början av 1980-talet. De högsta värdena för konstruktiva totalvikter fanns på 1990-talet och sedan är det högsta värdena konstant under 2000-talet till år 2022. Ökningen för konstruktiva totalvikter från slutet av 1960-talet till år 2022 var 80 %. Figuren ska inte tolkas som att timmerekipagen användes med totalvikter som var högre än vad som var lagligt vid den tidpunkten. De högre värdena visar att det har funnits kapacitet att framföra tyngre ekipage än vad lagstiftningen har tillåtit. Motorstyrkan per ton totalvikt för timmerekipage (figur 26) visar att antalet kW per ton ökar under studieperioden. De värden som var räknade på konstruktiva totalvikter har ökat med runt 65 % medan de värden som var räknade på lagliga totalvikter har ökat med runt 85 %. De värden som var beräknade utifrån lagliga totalvikter ligger över tid högre än de värden som var beräknade utifrån konstruktiva totalvikter.

Antalet axlar per timmerekipage (figur 27) visar på att antalet axlar hela tiden har ökat. Det fanns mest observationer i slutet av tidsserien så det är möjligt att det finns en större spridning tidigare i början tidsserien. Enligt Fjeld et al. (2021) var ökad lastvikt en drivande faktor för att addera ytterligare axlar på timmerekipagen utan att höja axeltrycken. Det gör även att kostnaden per tonkm blir lägre desto mer vikt som går att lasta (Fjeld et al. 2021).

4.1.6 Sammanfattning och framtida timmerbilar

Timmerbilens tekniska utveckling har varit starkt kopplat till att transportera mer vikt på varje timmerbil. Resultatet från studien tyder på att timmerbilen har utvecklats för att kunna transportera mer än vad som är lagligt möjligt. Utifrån 2022 års lagar (tabell 2) i jämförelse med timmerekipagens totalvikt (figur 25) finns det totalvikter (konstruktiva) som hela tiden varit över den lagliga gränsen. Det finns inget som säger emot att detta har varit det normala sedan timmerbilarna börjades användas. Desto mer en åkare kör desto mer får den betalt. Enligt Näslund (2022) var det inte ovanligt med överlast tidigare. Möjligheten till överlast lär dock inte varit ett argument för tillverkarna att bygga större eller kraftigare produkter än vad som är lagligt.

Det finns möjligheter till ännu större timmerbilar. I Sverige har det gjorts studier på timmerbilar med högre kapacitet. Skogforsk har utfört arbeten för att utreda dagens möjligheter till större transporter. De har undersökt transporter med upp till 90 tons totalvikt inom Sverige. I Finland finns det försök med en 84 tons timmerbil och en 104 tons timmerbil. 104 tons timmerbilen går endast mellan terminaler medan 84 tons timmerbilen går hela vägen från avlägg till terminal (Skogforsk 2016). Enligt Noreland (2020) behöver timmerbilarna ha en hög lastutnyttjad för att det ska vara lönsamt att köra större timmerbilar. Dålig lastfyllnad gör större timmerbilar mindre energieffektiva. En positiv effekt med högre bruttovikter är enligt Brunberg & von Hofsten (2018) att bränsleförbrukningen minskade per tkm. Detta har flera fördelar för skogsbruket. Lägre bränsleförbrukningen skapar både ekonomiska vinningar samt är bättre för klimatet. Andra positiva effekter av större timmerbilar är att vägslitaget förväntas minska samt att antalet timmerbilar skulle bli färre på vägarna (von Hofsten 2021).

4.2 Begräsningar och felkällor

Tidningen Skogen var en av få källor som gav möjlighet att hitta data under hela tidsperioden som studien riktade in sig på. Det förekom dock en stor spridning av hur mycket data som kunde samlas in för varje år. En del år kunde upp till 14 observation av timmerbilar, släp och kranar tillsammans observeras men det förekom också flera år utan några observationer. Tidningen Skogen var en bra grund för att i ett tidigt skede få en överblick av vilka modeller som har använts som timmerbilar. Detta underlättade det senare arbetet när tillgången till data om flera olika lastbilar över flera år blev tillgängligt.

Tiden har varit en stor faktor i denna studie. Eftersom studien utfördes under en 20 veckors period blev tiden för datainsamling begränsad. Vid ett mer omfattande arbete som kan gå fortgå under en längre tid hade det funnits större möjligheter att samla in ett större dataunderlag. Under och efter genomförandet kom idéer fram på hur metoden kunde effektiviseras. Om det hade funnits möjlighet genom en effektiv metod erhålla all önskade data från Transportstyrelsen hade det resulterat till en stor mängd kvalitativa data. Det finns inga garantier att det dataunderlag som ligger till grund till detta arbete har med hela spektret av data som finns i verkligheten. Den optimala datakällan till resultatet hade varit registreringsbevis på timmerbilar och släp. Registreringsbevis för hela studieperioden hade visat på vad åkerierna har köpt från tillverkarna och har använts.

Studien har använt ett flertal olika källor för att lyckas fram ett tillräckligt stort dataunderlag. Utifrån rangordningen och texten i kapitel 2.3 har val utförts mellan data som har angett olika data för samma modell och år. Dessa val kan ha förorsakat felaktigheter i resultatet genom att fel data har valts eller blivit angett för fel år. Utifrån de källor som används var några böcker specifikt skrivna om Scania och Volvo. Dessa källor som kunde lånas av Scania- och Volvohandlare gav en mängd data som kunde jämföras med resterande data. Data som samlades från dessa var om standardlastbilar men det var i linje med de resterande data. Även om en specifik data punkt inte kom på exakt rätt år utan var åren runt om påverkar det ej resultat negativt i någon större utsträckning. Beräkningarna för timmerekipage bör beaktas kritiskt då data för timmerbilar och timmersläp hade samlats in enskilt. Det fanns inga kopplingar mellan enskilda timmerbilar och timmersläp i det insamlade datat. Det som presenteras för timmerekipage var därför endast matchning utifrån parametern årtal då detta antogs vara det mest korrekta alternativet utifrån de data som fanns. Resultatet bör ses i ett större sammanhang än specifikt för varje enskild datapunkt i figurerna.

4.3 Framtida studier

Eftersom tiden för studien var begränsad kunde inte alla delar i utvecklingen tas med. Denna studie fokuserade väldigt lite på tekniska innovationer som har varit en stor del av den tekniska utvecklingen. Det finns stor potential att dyka ner djupare i detaljerna. På timmerbilarna går det att studera på turboutvecklingen, påbyggnadens utveckling och växellådans utveckling som exempel. För kranar går det att studera hyttens utveckling och tekniken där föraren styr kranen från lastbilshytten. Det skulle även vara intressant att studera hur bränsleförbrukningen har förändrats över tid. Kostnaden per kubik för timmertransporter skulle även vara intressant att studera över en längre tidsperiod. Det skulle även gå att göra en liknande studie som denna men endast använda registreringsbevis som data. Det skulle förhoppningsvis ge data om ekipage samt ge ett så verkligt resultat som möjligt.

Sverige som land har olika förutsättningar över hela landet som säkert har en påverkan på timmerbilarna. Det skulle vara intressant att göra ett liknande studie som Andersson (2014) och studera skillnader inom hela Sverige. Andersson kom fram till att det existerade skillnader inom Holmens regioner. Det borde finnas möjlighet studera hur utvecklingen av timmerbilar har varierat över Sverige utifrån ursprung och val av specifikationer.

4.4 Slutsatser

Efter utförandet av denna studie går det att dra följande slutsatser:

- Transportarbetet och medeltransportavståndet har ökat med 50 % respektive 30 % mellan åren 1973 och 2022.
- Totalvikten för timmerbilar har ökat med 160 % under studieperioden för både konstruktiva och lagliga värden.
- Lastindex för timmerbilar har varit nästan oförändrat under studieperioden för både konstruktiva och lagliga värden.
- Motorstyrkan per ton totalvikt för timmerbilar har ökat med mellan 60–200 % under studieperioden för värden beräknat på lagliga totalvikter med värden som var beräknat på konstruktiva totalvikter har ökat med 80 %.
- Lastindex beräknat på konstruktiva lastvikter för timmersläpen har ökat med 60–70% under studieperioden.
- Kranarmens räckvidd och lyftmoment har ökat med 80 % respektive 200 % under studieperioden.
- De konstruktiva totalvikterna timmerekipages har ökat med 80 % och lagliga totalvikterna har ökat med 60 %.

5 Referenser

- Ager, B. (2012). *Skogsarbetets rationalisering och humanisering 1900–2011*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning. (Arbetsrapport 2012:378). https://pub.epsilon.slu.se/9130/1/Ager_B_121019.pdf [2022-08-30].
- Andersson, E. (2014). *Kartläggning av typfordon för rundvirkestransport vid Holmen Skogs regioner*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institution för skogens biomaterial och teknologi. (Arbetsrapport 2014:7). https://stud.epsilon.slu.se/6778/7/andersson_%20e_140604.pdf [2022-09-02].
- Andersson, S. (2004). *Skogsteknik förr och nu*. Skogshistoriska sällskapets årsskrift, s. 102–116. <https://skogshistoria.se/wp-content/uploads/2018/03/%C3%85rsskrift-2004-s-102-116-Stig-Andersson-Skogsteknik-f%C3%B6rr-och-nu.pdf> [2022-08-29].
- Axelsson Lantz, E. (2018). *Naturresurser, sågverksbolag och bönder: Konflikter i Västernorrland 1863–1906*. Diss. Umeå: Umeå universitet. <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1246678/FULLTEXT01.pdf> [2022-09-01].
- Brunberg, B. & von Hofsten, H. (2018). *Dieselförbrukning för skogslastbilar med bruttovikt på 74 och 90 ton*. Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport 978–2018). <https://www.skogforsk.se/contentassets/e8dce8b2887f43fcaa4b759b5342a3be/arbetsrapport-978-2018.pdf> [2022-12-02].
- Ekholm, P.U., Fränkel, L. & Hörbeck, S. (2013). *Formler & Tabeller i fysik, matematik & kemi*. 9 uppl., Göteborg: Konvergenta AB.
- Filipsson, S. (u.å.) *Vägnätsplanering i skogsbruket*. Skogsstyrelsen.
- Fjeld, D., Väätäinen, K., von Hofsten, H., Noreland, D., Callesen, I. & Lazdins, A. (2021). *A common Nordic-Baltic costing framework for road, rail and sea transport of roundwood*. (7/8/2021). Ås: NIBIO. <https://res.slu.se/id/publ/115694>
- Frölén, D. (2019). *Markbredarens tekniska utveckling*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institution för skogens biomaterial och teknologi. (Arbetsrapport 2019:6). https://stud.epsilon.slu.se/15006/11/frolen_d_190923.pdf [2022-09-01].
- Isenberg, H.G. (2010) *500 lastbilar*. Naumann & Göbel. ISBN 9783625129639.
- Lindh, B.E. (1992). *Scania: fordonshistoria 1891-1991*. Stockholm: Streiffert.
- Noreland, D. (2020). *HCT-fordon för rundvirkestransporter*. Uppsala: Skogforsk (Arbetsrapport 1065–2020). https://www.skogforsk.se/cd_20210107141246/contentassets/3e3ac1ac1a4d449b8a9ff59ee75698d1/arbetsrapport-1065-2020.pdf [2022-12-14].
- Näslund, A. & Melin, A. (2022). *Hofors LBC – Ett företags utveckling under 50 år, 1942–1992*. Hofors: Hofors Digitaltryck/StjärnDistribution AB.

- Olsson, J.C. (2015). *Volvo Lastbilar sedan 1928*. Mellerud: Cugnot AB.
- Olsson, J.C. (2019). *Scania V8 50 år*. Mellerud: Cugnot AB.
- Persson, D. (2016). *Engreppsskördarens tekniska utveckling*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institution för skogens biomaterial och teknologi. (Arbetsrapport: 2016:7).
https://stud.epsilon.slu.se/9357/1/persson_d_160812.pdf [2022-11-22].
- Scania Sverige AB (2013). *Scanias historia*.
<https://web.archive.org/web/20160106085028/http://se.scania.com/scania-group/history-of-scania/> [2022-09-05].
- Scania Sverige AB (2022). *Produkter*. <https://www.scania.com/se/sv/home/products.html> [2022-11-09].
- SFS 2001:559. *Vägdefinitioner*. Infrastrukturdepartementet
- SFS 2021:164. *Vägtrafikskattelagen*. Finansdepartementet
- SFS 2022:1412. *Trafikförordningen*. Infrastrukturdepartementet
- Skogforsk (2016). *Skogforsk testar den finska jättelastbilen*.
<https://www.skogforsk.se/nyheter/2016/skogforsk-testar-finska-jattelastbilen/> [2022-12-05].
- Skogsstyrelsen (1945–2007). Alla utgåvor av *Skogsstatistisk årsbok mellan 1945 och 2007*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/historisk-statistik-gamla-skogsstatistisk-arsbok/> [2022-11-01].
- Skogsstyrelsen (1973–2014). Alla utgåvor av *Skogsstatistisk årsbok mellan 1973 och 2014*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/historisk-statistik-gamla-skogsstatistisk-arsbok/> [2022-11-01].
- Skogsstyrelsen (1945–2014). Alla utgåvor av *Skogsstatistisk årsbok mellan 1945 och 2014*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/historisk-statistik-gamla-skogsstatistisk-arsbok/> [2022-11-08].
- Skogsstyrelsen (1967). *Skogsstatistisk årsbok 1967*. Skogsstyrelsen.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/historisk-statistik/skogsstatistisk-arsbok-1960-1969/skogsstatistisk-arsbok-1967.pdf> [2022-10-31].
- Skogsstyrelsen (1984). *Skogsstatistisk årsbok 1984*. Skogsstyrelsen.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/historisk-statistik/skogsstatistisk-arsbok-1980-1989/skogsstatistisk-arsbok-1984.pdf> [2022-11-28].
- Skogsstyrelsen (1999). *Skogsstatistisk årsbok 1999*. Skogsstyrelsen.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/historisk-statistik/skogsstatistisk-arsbok-1990-1999/skogsstatistisk-arsbok-1999.pdf> [2022-11-28].
- Skogsstyrelsen (2003). *Skogsstatistisk årsbok 2003*. Skogsstyrelsen.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/historisk-statistik/skogsstatistisk-arsbok-2000-2009/skogsstatistisk-arsbok-2003.pdf> [2022-10-31].

- Skogsstyrelsen (2014). *Skogsstatistisk årsbok 2014*. Skogsstyrelsen.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/historisk-statistik/skogsstatistisk-arsbok-2010-2014/skogsstatistisk-arsbok-2014.pdf>
 [2022-11-18].
- Skogsstyrelsen (2022). *Förslag till indikatorer för det nationella skogsprogrammet*. (2022/04). Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Sundell, K. & Streiffert, B. (1990). Scania Kavalkad. Södertälje: Saab-Scania AB.
- Sundell, K. & Streiffert, B. (1991). Scania 100 år. Södertälje: Saab-Scania AB.
- Trafik Analys (2022). *Gör ditt eget statistikurval*.
<https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/?cw=1> [2022-11-01].
- Trafikverket (2011). *Dispenstransporter (breda, långa och tunga vägtransporter) – en handbok*. (SOU 2011:057). Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2020). *Upplaga av virke och skogsbränsle vid allmän och enskilda vägar*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2021). *Information och råd för kommuner gällande den nya bärighetsklassen 4 (BK4)*. Borlänge: Trafikverket.
- Transportstyrelsen (2021). *Vikter*.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/Fordonsregler/Vikter/>
 [2022-10-05].
- Transportstyrelsen (2022). *Fordonsavgifter*. <https://fu-regnr.transportstyrelsen.se/extweb/UppgifterAnnatFordon> [2022-11-03].
- Törnlund, E. (2002). *"Flottningen dör aldrig": Bäckflottningens avveckling efter Ume- och Vindelälven 1945–1970*. Diss. Umeå: Umeå universitet. <http://umu.diva-portal.org/smash/get/sådiva2:150459/FULLTEXT01.pdf> [2022-09-01].
- Vierth, I., Lindgren, S. & Lindgren, H. (2018). *Vehicle weight, model split, and emissions- an ax-post analysis for Sweden*. 10(6), 1731.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1731/html> [2022-10-31].
- Volvo Lastvagnar AB (2022a). *Driver utvecklingen – Årtionde efter årtionde*.
<https://www.volvotrucks.se/sv-se/about-us/history.html> [2022-09-08].
- Volvo Lastvagnar AB (2022b). *Lastbilar*. <https://www.volvotrucks.se/sv-se/trucks.html>
 [2022-11-09].
- von Hofsten, H. (2019). *Skogsbrukets transport- och arbetsfordon*. Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport 1003–2019).
https://www.skogforsk.se/cd_20190116112010/contentassets/f3058fbe108e47d88dc62de7ef7910ac/arbetsrapport-1003-2019.pdf [2022-11-09].
- von Hofsten, H. (2021). *Slutrapport för ETT-projektet 2017–2020*. Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport 1079–2021).
https://www.skogforsk.se/cd_20210517111517/contentassets/34229f4ed6014163af2bb2ecb0a86bdc/arbetsrapport-1079-2021.pdf [2022-12-02].
- Öhman, E. (2013). *Hjulskotarens tekniska utveckling*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning. (Arbetsrapport 2013:395) https://stud.epsilon.slu.se/5704/7/ohman_e_130619.pdf [2022-09-01].

Personlig kommunikation

Christiansen, Linn. Statistiker på Skogsstyrelsen. Personlig kommunikation via mejl. 2022-10-06.

Johansson, Jan. Ordförande Veteranfordonsklubben på lastvagnar. Personlig kommunikation via mejl. 2022-10-24.

Karlsson, Fredrik. Platschef Björnavagnar. Personlig kommunikation möte 2022-10-19.

Lövdahl, Mattias. Servicerådgivare Scania. Personlig kommunikation möte 2022-10-09.

Näslund, Anders. Pensionerad åkeriägare. Personlig kommunikation via telefon 2022-10-10.

Sjölander, Ingemar Åkeriägare. Personlig kommunikation via telefon 2022-10-12.

Bilaga

Bilaga 1. Förklaringar av parametrarna som användes i datainsamlingen

År för observation: Året som produkten eller värdet observerades.

Tillverkare: Företaget som angavs som tillverkare.

Modell: Tillverkande företags beteckning på produkten.

Tjänstevikt: Är den sammanlagda vikten av fordonet i normalt driftfärdigt skick, kan även kallas för taravikt.

Max lastvikt: Den totala vikten som var möjliga att lasta fordonet med utan att totalvikten överskrids. Lastvikten kunde anges som antingen konstruktiv eller laglig.

Totalvikt: Summan av fordonets tjänstevikt samt den maximala lastvikten för fordonet utifrån bland annat gällande axeltryckbegränsningar. Totalvikten kunde anges som antingen konstruktiv eller laglig.

Motortyp: Angav vilket typ av bränsle som timmerbilarna var ämnad för.

Antal cylindrar: Antalet cylindrar i motorn som var monterad i timmerbilen.

Motorstyrka: Effekten som motorn producerade i både kW och hästkrafter.

Vridmoment: Vridmomentet som motorn producerade i Nm och Kpm.

Antal axlar: Det totala antalet axlar som produkten var monterad med.

Antal drivaxlar: Antalet axlar som var drivande på timmerbilen.

Axeltryck: Den maximala vikten som endast en axel kunde belastas med i ton.

Boggitryck: Den maximala vikten som två axlar som var placerade inom 2 meter från varandra kunde belastas med i ton.

Trippeltryck: Den maximala vikten som tre axlar som var placerade inom 5 meter mellan yttre axlarna kunde belastas med i ton.

Släplängd: Den maximala längden på släpet i meter.

Övrigt: Övriga information som kunde anses vara relevant.

Kran typ: Vilken typ av kran.

Kranlängd: Det maximala avståndet som kranen kunde nå i meter.

Kranvinkel: Den maximala vinkel som kranen kunde svinga sig runt sin egen axel.

Lyftmoment: Den högsta belastningen som kranen kunde belastas med i tonmeter.

Last hastighet: Den hastighet som en kran kunde lasta ett ekipage med i m³/min.

Transportarbete: Det totala arbete som krävdes för att frakta virket från avlägg till industri eller avlägg av en timmerbil i tonkilometer.

Nybyggda skogsbilvägar per år: Den summerade vägsträckan som byggdes ut för varje år som klassificerades som skogsbilvägar.

Medeltransportavstånd: Snittavståndet som en timmerbil behövde transportera virke från avlägg till mottagande destination som industri eller terminal.

Totallängd skogsbilvägar: Den totala längden väg som var klassificerad som skogsbilvägar.