

Ett förändrat skogsbruk – konsekvenser på ekonomi och klimat

Runar Brännlund

Professor emeritus

Centrum för miljö- och naturresursekonomi (CERE)

Handelshögskolan, Umeå universitet

The **Centre for Environmental and Resource Economics** (CERE) is an interdisciplinary and inter-university research centre at the Umeå Campus: Umeå University and the Swedish University of Agricultural Sciences. The main objectives with the Centre are to tie together research groups at the different departments and universities; provide seminars and workshops within the field of environmental & resource economics and management; and constitute a platform for a creative and strong research environment within the field.



Innehåll

English summary	3
1. Inledning.....	5
2. Skogssektorns ekonomiska betydelse.	6
2.1 Skogssektorns betydelse för hela ekonomin.	7
2.2 Skogssektorns betydelse på regional nivå.	11
3. Utvecklingen av skogen i olika scenarier.....	14
3.1 Scenarier för skogens utveckling.	16
4. Förändring av ekonomiskt värde.....	21
4.1 Principiella utgångspunkter.....	21
4.2 Effekter på skogsbrukets ekonomiska värde.	25
4.3 Effekter på skogsindustrins förädlingsvärde och sysselsättning.	26
4.4 Sammantagna effekter på skogssektorns ekonomiska värden och sysselsättningseffekter.....	32
5. Effekter och värde på upptag/utsläpp av koldioxid.....	35
5.1 Effekter på nettoupptag	36
5.2 Värdering av nettoupptag.....	40
6. Summa värden.....	42
7. Sammanfattande slutsatser	44
Appendix A.	47
Appendix B. Summa värden. Miljoner kronor, nuvärde 3% ränta.....	49
Referenser.....	50

English summary

Purpose

The report aims to describe the significance of forestry and the forest industry for the Swedish economy and to analyze the socio-economic consequences of different scenarios for managing Swedish forests over the next 100 years. Different scenarios lead to varying developments in growth, timber stocks, and possible harvesting levels, which in turn have direct and indirect effects of a private economic (market) nature, as well as effects on the land use sector's impact on net greenhouse gas emissions. The latter has been particularly in focus in recent years. The report's purpose thus has some bearing on possible socio-economic consequences of a changed national forest policy, but is also linked to the new LULUCF regulation.

Main Results

- **Biodiversity Focus:** This scenario results in positive climate benefits in the first 30-40 years due to an increase in timber stocks. However, this positive climate effect is counteracted by reduced material substitution due to decreased harvesting.
- Even if material substitution is excluded, the biodiversity focus results in reduced climate benefits and becomes negative in the latter part of the 100-year period.
- The size of the net cost in the biodiversity focus is strongly dependent on how the forest industry's possibility to compensate the loss in domestic roundwood with imports of roundwood. If the industry cannot replace the roundwood loss with imports, the cost to society is more than twice as high as if the industry can fully replace the loss at the same price.
- The presence of carbon leakage effects implies that the net uptake in the biodiversity focus is negatively reinforced because the lower harvesting levels in the scenario are likely balanced wholly or partially by increased harvesting in other countries.
- **Growth Focus:** This scenario results in a net gain in terms of increased present value in the range of 211 to 601 billion SEK, depending on whether the effects of material substitution are included or not.
- The growth focus is unprofitable only in the case where Swedish forest owners can buy and sell roundwood in unlimited quantities at a given price, while there is no climate benefit from material substitution.
- The presence of leakage effects likely means that the net uptake in the growth focus is positively reinforced because increased harvesting in Swedish forests is balanced by reduced harvesting in forests outside Sweden.

Furthermore, it should be noted that forests contribute with many other benefits besides timber and carbon sequestration, which have not been considered and valued in this study. It cannot be excluded that biodiversity scenario have significant positive effects on forest biodiversity, recreational values, etc., and that these values therefore make the this scenario

more or less profitable from a socio-economic perspective. The biodiversity focus scenario is designed specifically to benefit forest variation and diversity, and the cost reported here for that scenario can therefore possibly be seen as the price tag for achieving this forest diversity.

Finally, the analysis is based on a number of assumptions, each of which is more or less uncertain and naturally involves simplifications of reality. The results should therefore be interpreted accordingly. The perhaps most important assumption is that the harvesting levels that the different scenarios give rise to are not the result of any market outcome, but rather a rough projection of today's harvesting intensity. Changed behaviors, new products, the development of the green transition, etc., will affect both forest owners' choices to harvest and invest in forestry and consumers' demand for forest products, which together can lead to a completely different development than what is described in the scenarios.

1. Inledning¹

Skogen och skogssektorn har haft och har en central betydelse för Sverige och svensk ekonomi. Huvudskälet till detta är naturligtvis att Sveriges yta till stor del är täckt av skog, och att tillgång till de råvaror som skogsmarken och träden genererar har varit god. Förindustriellt utgjorde skogen och skogsmarken framför allt en källa till mat och bränsle, för att efter industrialiseringen i huvudsak bli en råvarukälla för den svenska skogsindustrin. Under senare tid har andra värden som skogen och skogsmarken genererar fått en alltmer framträdande betydelse. Detta gäller inte minst skogens förmåga att ta upp koldioxid, dess betydelse för den biologiska mångfalden och de ekosystemtjänster den producerar. Således kan man nog säga att skogens värde inte har minskat över tid, snarare tvärtom vilket bidragit till ökad konkurrens om skogsråvaran och målkonflikter kring skogens och skogsmarkens nyttjande.

Syftet med föreliggande rapport är dels att ge en redovisning av skogsbrukets och skogsnäringens betydelse för svensk ekonomi, dels redogöra för möjliga samhällsekonomiska konsekvenser av olika sätt att sköta och ta hand om skogen. Olika scenarier vad gäller skogsskötsel kommer att leda till olika utveckling av tillväxt, virkesförråd och möjliga avverkningsnivåer, vilket i sin tur kommer att ha såväl direkta som indirekta ekonomiska effekter av privatekonomisk (marknads) karaktär, men även effekter på markanvändningssektorns påverkan på nettoutsläpp av växthusgaser. Inte minst det senare har varit i fokus senare år. Rapportens syfte har därmed bäring på möjliga samhällsekonomiska konsekvenser av en förändrad nationell skogspolitik, men kopplar också till den nya LULUCF-förordningen (Land Use, Land Use Change and Forestry)².

Utgångspunkten i scenarioanalysen är ”dagens skogsbruk” får rollen som referensscenario. I det fall alternativa scenarier innebär restriktioner i brukandet av skogen kan skillnaden mellan referens- och alternativscenarierna tolkas som ”prisappen” för de restriktioner som alternativscenarierna innebär. De olika scenarierna har naturligtvis även påverkan på andra värden i skogen än de rent ekonomiska och de som är relaterade till upptag och utsläpp av växthusgaser, som biodiversitet, rekreationsvärden och kulturella värden. I de kalkyler som presenteras är dock inte alla dessa värden med explicit. Analysen är därför inte heltäckande då andra eventuella nyttor och kostnader kopplade till skogen och skogens nyttjande inte är inkluderade, exempelvis värdet av förändrad biodiversitet och rekreation.³

Rapporten är disponerad enligt följande. I avsnitt 2 ges en översiktlig redovisning av skogssektorns ekonomiska betydelse och utveckling de senaste 30 åren i termer av förädlingsvärde, bidrag till hela den svenska ekonomin, och sysselsättning. Skogssektorns regionala betydelse belyses också till viss del. I avsnitt 3 redovisas den svenska skogens

¹ Denna rapport är framtagen på uppdrag av 2024 års skogspolitiska utredning (<https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/kommittedirektiv/2024/02/dir.-202416>).

² Den nya LULUCF-förordningen gällande markanvändning och skogsbruk (Europaparlamentets och rådets förordning om ändring av förordning (EU) 2018/841). För Sveriges del innebär förordningen en ökning av kolinbindningen i skog och mark med 4 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2030 jämfört med genomsnittet under perioden 2016–2018. Rapporten har också viss bäring på ett antal andra EU-förordningar som har mer eller mindre påverkan på skogsmarkens nyttjande (se exempelvis SOU 2024:91).

³ Wikström, P. m.fl. (2011). The Heureka forestry decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences*. 3(2): 87–94.

utveckling de kommande 100 åren vad gäller virkesförråd, tillväxt och möjlig avverkning i tre olika scenarier (*Dagens skogsbruk, Fokus mångfald, Fokus tillväxt*). Redovisningen baseras på Skogsstyrelsens skogliga konsekvensanalyser, SKA 22.⁴ I avsnitt 4 och 5 redovisas de antaganden som ligger till grund för den samhällsekonomiska analysen, samt resultaten från analysen. En viktig aspekt i den samhällsekonomiska analysen är vilka antaganden som görs gällande skogsindustrins råvaruförsörjning, dvs. till vilken grad industrin är beroende av svensk skogsråvara. I avsnittet förs en utförlig diskussion kring detta, och hur antaganden kring detta påverkar den samhällsekonomiska kalkylen. Ytterligare en aspekt som är av stor betydelse för den samhällsekonomiska kalkylen är huruvida ett ökat nettoupptag i Sverige till följd av att mer levande skog får stå kvar motverkas av ökad avverkning i andra länder med minskat nettoupptag som följd, så kallat ”koldioxidläckage”, vilket diskuteras utförligt i avsnitt 5. I avsnitt 6 ges en uppsummering av de olika delarna i kalkylen. En sammanfattning och slutsatser, samt en diskussion kring hur alternativa antaganden kan tänkas påverka resultaten ges i avsnitt 7.

2. Skogssektorns ekonomiska betydelse.

Att skogen och skogssektorn varit betydelsefull för Sverige och svensk ekonomi historiskt är ett faktum. Skälet till detta är naturligtvis, som påpekades inledningsvis, att Sverige till stor del är täckt av skog. Hur skogen nyttjats har dock skiftat över tid. Från att ha varit en viktig källa till mat i form av vilt, fisk och bär under jägarstenåldern till att vara en råvarukälla för sågverk och massaindustri ända sedan industrins genombrott.⁵ Skogen har även alltid varit viktig ur ett socialt och kulturellt perspektiv. Den landsbygdsutveckling som skett i Sverige är tydligt kopplat till den skogsindustriella utvecklingen från 1800-talet och framåt. Vidare har skogen under senare tid fått en alltmer viktig roll i form av att de ”mjuka värden”, exempelvis rekreativvärden, klimatnytta och ekosystemtjänster, som skogen tillhandahåller värderas allt högre. Sammantaget kan man säga att skogens värde knappast har minskat över tid, utan snarare ökat till följd av inte minst den ökade konkurrensen för skogsråvara och markanvändning, vilket i tilltagande grad lett till målkonflikter kring skogens nyttjande.⁶

I detta avsnitt ges dels en översiktlig bild av skogssektorn, som den är definierad här, i termer av dess betydelse för Sverige och svensk ekonomi.⁷ Beskrivningen är kraftigt avgränsad, eller begränsad. Avgränsningen är dels tidsmässig såtillvida att den endast täcker de sista 20-30 åren, dels är den avgränsad till en beskrivning enbart av de värden som värderas på marknader. Det senare innebär att beskrivningen enbart innefattar värdet av de prissatta produkter som skogen ger samt i form av den sysselsättning det ger upphov till. Kort kan man säga att det som i huvudsak beskrivs är skogssektorns bidrag till den svenska bruttonationalprodukten (BNP), dvs. dess bidrag till det samlade svenska produktionsvärdet.

⁴ Skogsstyrelsen (2022a).

⁵ I boken ”Träd: en vandring i den svenska skogen” ger Gunnar Wetterberg (Wetterberg, 2018) en utmärkt historisk exposé över skogens och trädens betydelse i Sverige från stenåldern och framåt.

⁶ Se exempelvis Johansson m.fl. (2022) för en bred genomgång och diskussion kring skogens olika värden. För en genomgång och diskussion kring målkonflikter kopplade till skogens nyttjande, se exempelvis Brännlund m.fl. (2010).

⁷ Skogssektorn är här definierad som de branscher som är direkt kopplade till trädråvaran, dvs. dels skogsbruket självt, dels de industrier som direkt nyttjar skogsbrukets produktion som en *nödvändig* insatsvara i produktionen av trävaror (sågade och hyvlade trävaror) och i massa- och papperstillverkning.

Förutom skogssektorns direkta bidrag i form av förädlingsvärde och sysselsättning brukar dess bidrag även ibland innefatta indirekta bidrag genom de värdekedjor som skapas; exempelvis levererar företag i andra branscher varor och tjänster till företagen inom skogssektorn. Den typen av indirekta effekter kan beskrivas med hjälp av en så kallad input-outputtabell som visar hur olika företag eller branscher är sammankopplade. I Skogsindustrierna (2022)⁸ redovisas en sådan input-outputanalys, och man kommer fram till att för varje krona förädlingsvärde som skapas direkt i skogsindustrin skapas 1,50 kr i andra branscher, en form av spridnings- eller multiplikatoreffekt. Det betyder dock inte nödvändigtvis att hela ekonomins förädlingsvärde ökar med 2,50 kr om förädlingsvärdet i skogssektorn ökar med 1 kr. Skälet är att de ökade resurser som tas i anspråk i skogssektorn och de branscher som bidrar till spridningseffekten (arbetskraft bl.a) måste tas från någon annan sektor i samhället med påföljden att förädlingsvärdet minskar där, ifall det inte finns lediga resurser i ekonomin i form av exempelvis arbetslöshet.

Som redan nämnts bidrar skogen med många andra värden, som rekreation, klimatnytta och biodiversitet, vilket innebär att de produktionsvärden som redovisas inte fullt ut fångar skogens samhällsekonomiska värde. Exempelvis innebär en ökad avverkning av timmer att produktionen av trävaror ökar, vilket har en positiv påverkan på BNP, skogens ekonomiska betydelse ökar (allt annat oförändrat). Dock kan vi inte säga att dess samhällsekonomiska värde ökat. För att kunna säga något om det måste vi veta hur den ökade avverkningen påverkar de nyttigheter skogen tillhandahåller som inte är (korrekt) prissatta, eller omsatta, på marknader. Exempelvis innebär en avverkning att de levande trädens upptag av koldioxid avbryts, och beroende på hur de avverkade träden används frigörs den koldioxid som är lagrad i träden helt eller delvis till atmosfären. Det (negativa) värde, i form av bidrag till uppvärmning, måste därför läggas till kalkylen.⁹ Andra exempel är att en avverkning kan påverka artrikedomen, eller biodiversiteten, och rekreationsupplevelser, vilket inte heller per automatik kommer med i kalkylen.

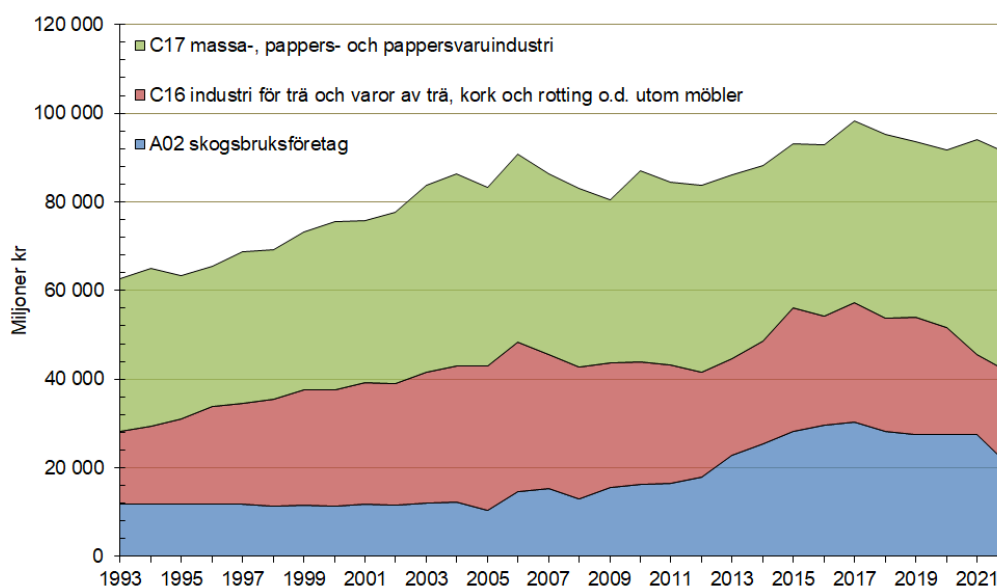
2.1 Skogssektorns betydelse för hela ekonomin.

Nedan redogörs för skogssektorns bidrag till hela den svenska ekonomin i termer av förädlingsvärde och sysselsättning. En bild av betydelsen för ekonomin på regional nivå ges i avsnitt 2.2.

I Figur 2.1 framgår det att skogssektorns förädlingsvärde ökat trendmässigt de senaste 30 åren. Från drygt 60 miljarder kr 1993 till ca 90 miljarder kr 2022 (2020-års priser), en real tillväxt på i genomsnitt 1,5% per år. Den största ökningen har skett i massa- och pappersindustrin och i skogsbruket. Trävaruindustrins förädlingsvärde är i stort sett detsamma idag som det var 1993, i fasta priser. Också noterbart är att massa- och pappersindustrin står för cirka hälften av sektorns förädlingsvärde.

⁸ <https://www.skogsindustrierna.se/siteassets/bilder-och-dokument/rapporter/valfard/skogsnaringens-betydelse-for-valfarden-aug-upt-2022.pdf>.

⁹ Ett annat sätt att uttrycka det är att det finns ett värde av att trädet får stå kvar och lagrhålla kolet.



Figur 2.1. Skogssektorns förädlingsvärde 1993-2022, miljoner kr 2020-års priser.

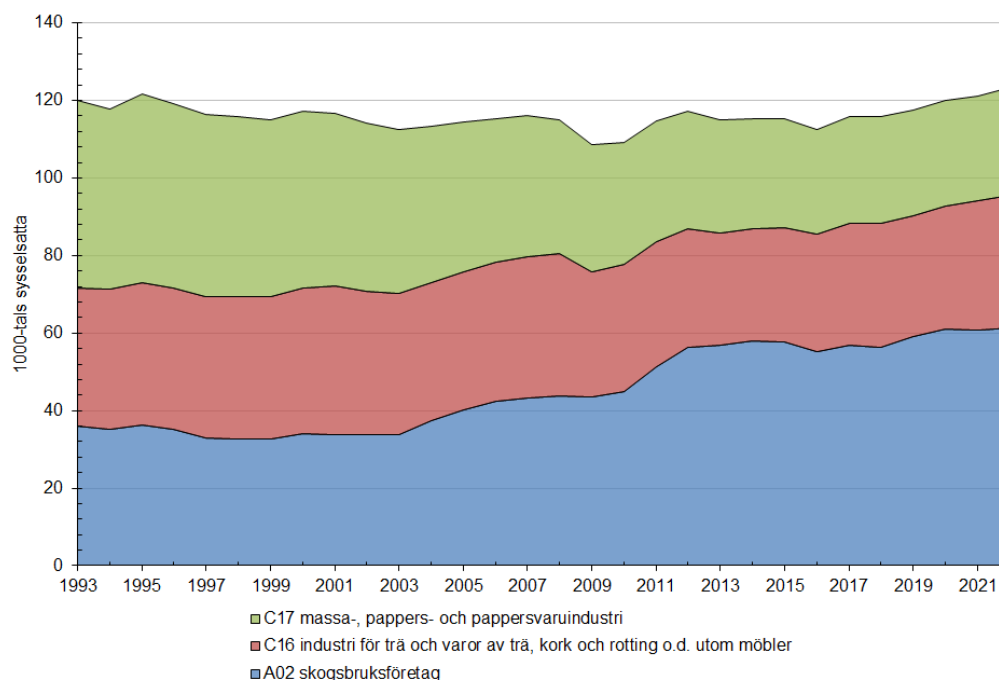
Källa: SCB NR.¹⁰

Antalet sysselsatta, som redovisas i figur 2.2, uppvisar en annorlunda bild med fallande antal sysselsatta fram till 2015 för att sedan öka svagt. År 1993 sysselsattes, enligt nationalräkenskaperna, cirka 120 000 personer i skogssektorn, varav cirka hälften i massa- och pappersindustrin. Mellan 1993 och 2010 minskade antalet sysselsatta något till följd av en minskning i massa- och pappersindustrin. Att den totala minskningen inte blev större kan tillskrivas en ökad sysselsättning i skogsbruket.¹¹ Nedgången kan förklaras av färre sysselsatta i massa- och pappersindustrin, medan uppgången senare år kan tillskrivas en ökning i skogsbruket.¹² Ökningen av antalet sysselsatta i skogsbruket fortsatte öka efter 2010 vilket sammantaget lett till att totala antalet sysselsatta i skogssektorn ökat till ungefär samma nivå som 1993, trots en fortsatt minskning i massa- och pappersindustrin.

¹⁰ Förädlingsvärdet i näringslivet beräknas enligt nationalräkenskaperna (NR) som skillnaden mellan värdet av producerade varor och tjänster (bruttoproduktion) och förbrukning av insatsprodukter. Förädlingsvärdet är alltså nettoproduktionen i näringslivet och fördelas huvudsakligen mellan arbetskraftskostnader och vinst. Summeras samtliga sektors förädlingsvärde erhålls bruttonationalprodukten (BNP).

¹¹ Sysselsättningen i skogsbruket avser här antalet medelsysselsatta i "skogsförvaltning och skogsskötsel" (SNI 02.1), "drivning" (SNI 02.2), "insamling av annat vilt växande skogsmaterial än trä" (SNI 02.3), och "service till skogsbruk" (SNI 02.4). Ser man till *antalet anställda* i SCB's företagsstatistik blir bilden annorlunda i så måtto att det är betydligt färre. År 2022 var antalet anställda enligt företagsstatistiken ca 13 000, vilket kan jämföras med 61 000 sysselsatta enligt Nationalräkenskaperna. En orsak till skillnaden är att i antalet anställda är inte entreprenörer och egenanställda inkluderade. En mer utförlig redovisning av utvecklingen av sysselsättning inom skogsbruket ges i Skogsstyrelsen (2024).

¹² Ökningen av antalet sysselsatta i skogsbruket senare år kan till stor del tillskrivas att själverksamheten i skogsbruket minskat.

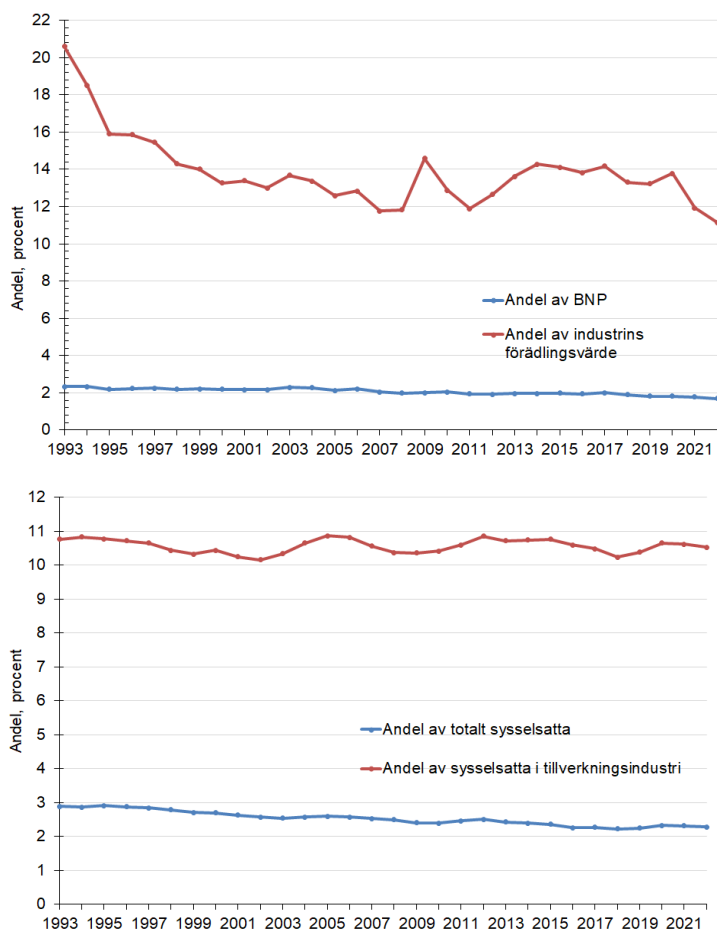


Figur 2.2. Antal sysselsatta i skogssektorn, 1993-2022, 1000-tals.

Källa: SCB NR.

För att belysa skogssektorns betydelse för ekonomin i stort och för svensk industri redovisas i figur 2.3 skogssektorns förädlingsvärde och sysselsättning, som andelar av hela ekonomins och industrins förädlingsvärde och sysselsättning. Hela ekonomins förädlingsvärde är här representerat av BNP.

Som framgår av det övre diagrammet i figur 2.3 har skogssektorns bidrag till BNP legat på cirka 2 procent under tidsperioden 1993-2022. Såttillvida kan man säga att skogssektorns ekonomiska betydelse har varit relativt konstant de senaste 30 åren. Ser man till dess bidrag till tillverkningsindustrins totala förädlingsvärde blir bilden annorlunda med en relativt kraftig nedgång från drygt 20 procent 1993 till drygt 11 procent 2022. Som framgick i figur 2.1 ökade skogssektorns förädlingsvärde perioden 1993-2022. Att skogssektorns andel trots det minskat kraftigt beror på att andra branscher inom tillverkningsindustrin ökat betydligt mera. Tillverkningsindustrins kraftiga ökning kan framför allt tillskrivas en stark tillväxt i kemikalie- och fordonsindustrin. Exempelvis har fordonsindustrin haft en tillväxt på i genomsnitt 19% per år perioden 1993-2022.



Figur 2.3. Skogssektorns bidrag till BNP och industrins förädlingsvärde (övre diagram) samt sysselsatta i skogssektorn som andel av totalt sysselsatta och sysselsatta inom tillverknings- och gruvindustri (undre diagram), 1993-2022, procent.

Källa: SCB NR.

Sammantaget kan det konstateras att skogssektorn har haft en positiv tillväxt i termer av förädlingsvärde de senaste 30 åren. Den årliga genomsnittliga tillväxten har varit ca 1,5 procent per år i genomsnitt perioden 1993-2022, vilket kan jämföras med en genomsnittlig tillväxt på 3,5 procent i BNP. Skogssektorn har således bidragit positivt till tillväxten i ekonomin, men dess betydelse har minskat över tid för hela den svenska ekonomin med en andel av BNP som fallit från 2,3 till knappt 2 procent perioden 1993-2022.

Vad gäller skogssektorns betydelse för sysselsättningen i svensk ekonomi framträder en liknande bild med en viss ökning av antalet sysselsatta, men med en minskning av andelen sysselsatta av total sysselsättning i hela ekonomin, från cirka 3 till drygt 2 procent.

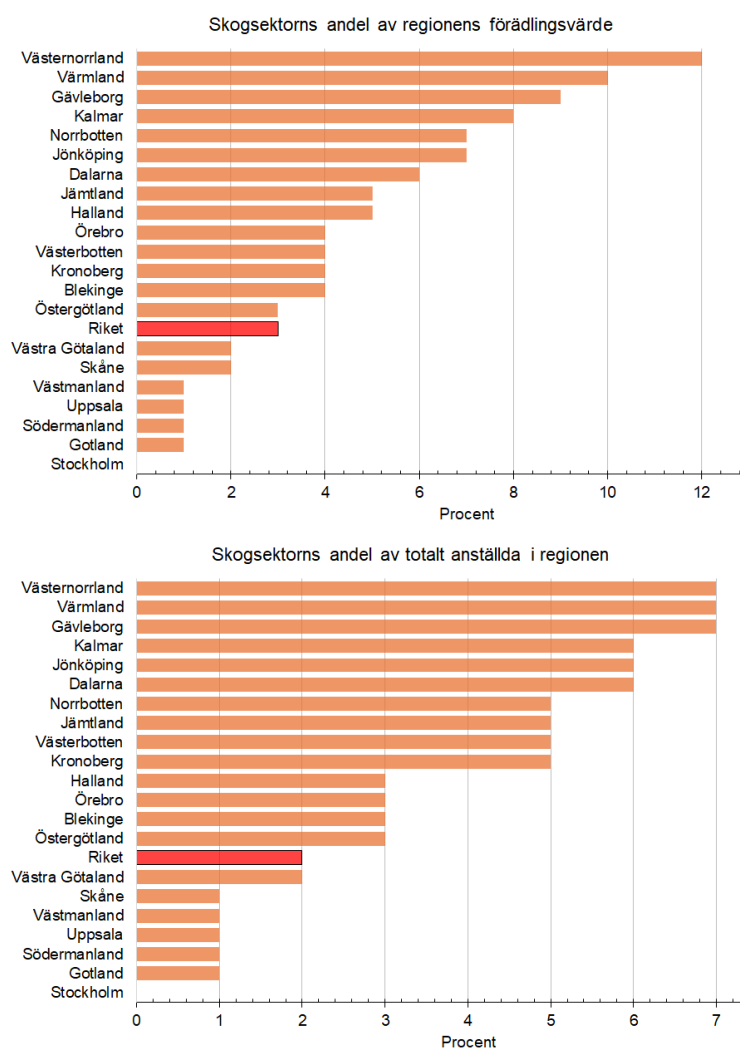
Sammanfattningsvis kan man säga att skogssektorns betydelse för hela den svenska ekonomin har varit stabil, om än inte särskilt stor.¹³ Ser man till dess regionala och lokala betydelse framträder en något annorlunda vilket illustreras i nästa avsnitt.¹⁴

2.2 Skogssektorns betydelse på regional nivå.

I avsnittet ovan framgick det att skogssektorns direkta bidrag till hela den svenska ekonomins förädlingsvärde (BNP) ökat över tid och är nu cirka 90 miljarder kr årligen, vilket motsvarar cirka 2 procent av BNP. Som andel av svensk tillverkningsindustri är skogssektorn relativt stor med en andel på cirka 11 procent, både vad gäller förädlingsvärde och sysselsättning. På den regionala och lokala skalan är dess betydelse mycket varierad. I vissa regioner saknar skogssektorn nästan helt betydelse, medan den i andra regioner är av mycket stor betydelse både i termer av förädlingsvärde och sysselsättning, vilket visas i figur 2.4. Som framgår av det övre diagrammet i figur 2.4 varierar skogssektorns bidrag till regionens förädlingsvärde från nära 0 procent i Stockholms län till cirka 12 procent i Västernorrland. Samma mönster finner man vad gäller andelen av totalt anställda (nedre diagrammet); 7 procent i Västernorrland och Värmland och i stort sett 0 procent i Stockholms län. Ett relativt tydligt mönster är att län med relativt gles (och liten) befolkning tenderar vara mer beroende av skogsbruk och skogsindustri än mindre glesbefolkade län, se figur 2.5.

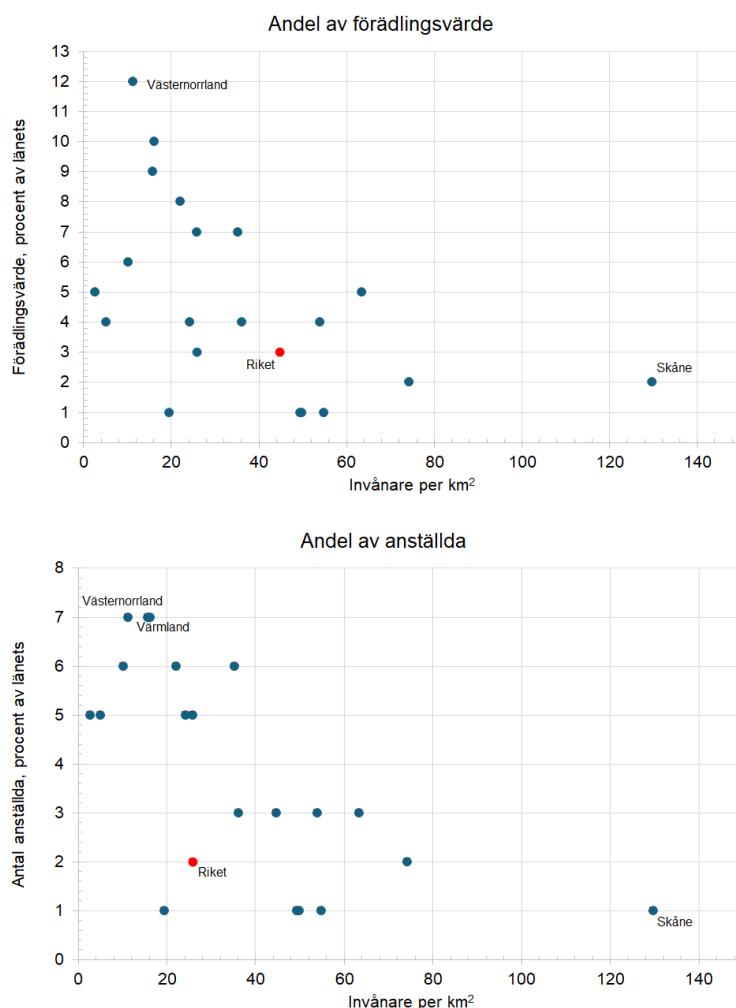
¹³ Sett som andel av BNP är skogssektorn ungefär lika stor som stål- och metallindustrin och nära dubbelt så stor som livsmedelsindustrin.

¹⁴ De siffror som redovisas här är det direkta bidraget till BNP och sysselsättning, dvs. indirekta effekter på verksamheter, så kallade spridningseffekter ”uppströms” och ”nedströms”, är inte inräknade. I Skogsindustrierna (2022) presenteras en beräkning av spridningseffekterna med hjälp av så kallade input-output data från SCB. Beräkningen visar på en multiplikator på 2,5. Dvs. om förädlingsvärdet ökar med 1 kr i skogsindustrin leder det till en ökning av förädlingsvärdet i andra delar av ekonomin med 1,50 kr. Man bör dock vara försiktig att tolka multiplikatorn som att en sådan effekt faktiskt uppstår. Vad den visar är hur olika sektorer/industrier är sammanvävda, men inte nödvändigtvis vad effekten blir av exempelvis en ökning av produktionen i skogssektorn. För att spridningseffekten ska realiseras fullt ut måste det finnas lediga resurser i ekonomin, exempelvis att det finns arbetslösa som kommer i arbete. Se exempelvis Brännlund och Krström (2024) för en mer utförlig diskussion.



Figur 2.4. Skogssektorns ekonomiska betydelse regionalt, förädlingsvärde och antalet anställda som andel av länets totala förädlingsvärde och totala antalet anställda år 2020. Källa: Skogsindustrierna.¹⁵

¹⁵ <https://www.skogsindustrierna.se/om-skogsindustrin/branschstatistik/ekonomisk-betydelse-och-valfard/>. Ursprungskällan är SCB regionalräkenskaperna.



Figur 2.5. Samband mellan befolkningstäthet och skogssektorns förädlingsvärde (övre diagram) och antalet anställda i skogssektorn (nedre diagram).¹⁶

Källa: SCB och Skogsindustrierna¹⁷.

Utrikeshandel med skogsprodukter och virkesförsörjning.

Skogssektorn har stor betydelse för utrikeshandeln med ett betydande handelsöverskott. År 2023 uppgick exportvärdet till 183 miljarder, vilket motsvarar knappt 9 procent av den svenska totala varuexporten. Samtidigt uppgick importen av skogsprodukter samma år till 49 miljarder, vilket betyder att skogssektorn bidrar med ett relativt stort handelsöverskott. Handelsöverskottet kan nästan helt tillskrivas handeln med tillverkade skogsprodukter som sågade trävaror och papper.

För skogsråvara är handeln relativt begränsad, framför allt exporten. År 2023 uppgick värdet av export och import av rundvirke¹⁸ till 1,6 respektive 7 miljarder kronor. Enligt Skogsstyrelsen (2024a) uppgick importen av rundvirke år 2023 till cirka 7 miljoner kubikmeter. Den övervägande delen var massaved (ca 6 miljoner). Samma år förbrukade den

¹⁶ Stockholms län med en nära nog noll procent av förädlingsvärde och antalet anställda och en befolkningstäthet på 377 per kvadratkilometer är inte med i diagrammen i figur 2.4.

¹⁷ <https://www.skogsindustrierna.se/om-skogsindustrin/branschstatistik/ekonomisk-betydelse-och-valfard/>.

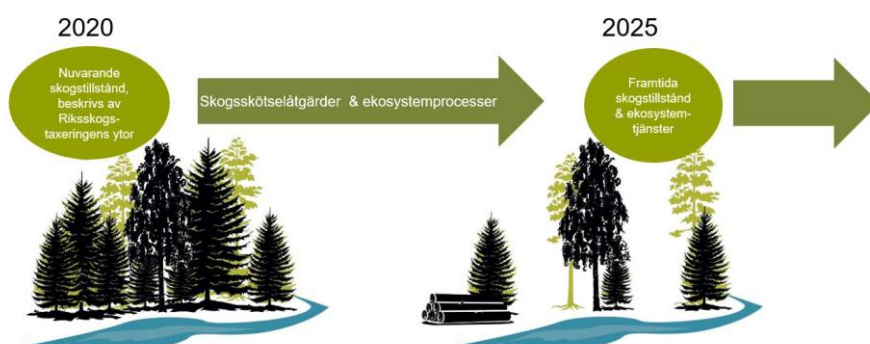
¹⁸ Rundvirke och grovt kanthugget virke.

träbearbetande- och massa- och pappersindustrin knappt 80 miljoner kubikmeter rundvirke.¹⁹ Perioden 1996-2010 härstammade cirka hälften av importen från Lettland. Sammantaget innebär det att den svenska skogsindustrins virkesförsörjning i nästan uteslutande grad sker i Sverige.

Sammanfattningsvis kan man säga att skogssektorn bidrar med stora värden till den svenska ekonomin i sin helhet, men att dess betydelse minskat över tid. Ser man till dess betydelse på regional och lokal nivå så har den fortfarande en mycket stor betydelse, framför allt i relativt glesbefolkade län. I den beskrivning som getts här har inte olika typer av spridningseffekter inkluderats, men det kan inte uteslutas att sådana effekter är viktiga, inte minst på mindre orter och i glesbygd.²⁰

3. Utvecklingen av skogen i olika scenarier.

I detta avsnitt redovisas förutsättningarna och de antaganden som ligger till grund för den samhällsekonomiska analysen. Analysen bygger på scenarier i SKA 22 över skogens utveckling de kommande 100 åren.²¹ Scenarierna i SKA 22 är framtagna med den så kallade Heureka-applikationen RegVis.²² En schematisk beskrivning av beräkningsgången i systemet visas i figur 3.1.



Figur 3.1. Schematisk bild av beräkningsgången i RegVis.

Källa: Skogsstyrelsen (2022b).

Utgångspunkten i beräkningen av framtida utveckling är det nuvarande skogstillståndet som baseras på data från Riksskogstaxeringens provytor som finns över hela landet. Från dessa provytor finns data på tillväxt, trädhöjd, ålder, diameter, med mera, och utifrån givna skötselmetoder skrivs då utvecklingen av dessa fram 5-årsvis i 20 perioder. I SKA 22 redovisas avverkningsnivåer för varje period. Det bör påpekas särskilt noga att RegVis inte är någon optimeringsmodell där ekonomiska faktorer som virkespriser och andra ekonomiska faktorer kommer in. Exempelvis innebär det att konsekvenser av förväntad ökad efterfrågan på biomassa, och därmed över tid stigande virkespriser, inte kan analyseras. Ej heller fångas

¹⁹ Skogsstyrelsen (2024a).

²⁰ Med spridningseffekter avses effekter på andra näringar än skogssektorn som en följd av en förändring i skogssektorn. Exempelvis kan en etablering av ett nytt sågverk på en ort leda till att sysselsättningen på orten ökar mer än den som sker direkt i sågverket.

²¹ Skogliga konsekvensanalyser, se Skogsstyrelsen (2022a) för en sammanfattande bild av SKA 22, och Skogsstyrelsen (2022b) för en mer detaljerad genomgång av material och metod.

²² Wikström, P. m.fl. (2011).

marknadseffekter upp av de förändringar i avverkningar m.m. som ett specifikt scenario ger upphov till.

Ett grundantagande i beräkningarna är att den svenska skogsmarksarealen är oförändrad över den studerade perioden i samtliga scenarier. Som framgår av tabell 3.1 utgör produktionsarealen cirka 70 procent av den totala skogsmarksarealen, sett över landet som helhet. Det betyder att cirka 30 procent av skogsmarksarealen är undantagen virkesproduktion. Drygt hälften av den undantagna arealen utgörs av olika typer av avsättningar och hänsynsytor.²³

Tabell 3.1. Skogsmarksareal i Sverige, miljoner ha.

		SKA22		Officiell statistik	
		Areal	Andel	Areal	Andel
Norra Norrland	Formellt skydd	0,70	7%	0,74	8%
	Frivilliga avsättningar	0,33	3%	0,33	3%
	Hänsynsytor	0,51	5%	0,14	1%
	Improduktiv skogsmark	2,53	26%	2,54	26%
	Virkesproduktionsmark	5,60	58%	5,89	61%
Södra Norrland	Formellt skydd	0,22	3%	0,22	3%
	Frivilliga avsättningar	0,36	5%	0,38	6%
	Hänsynsytor	0,62	9%	0,17	2%
	Improduktiv skogsmark	1,12	16%	1,00	15%
	Virkesproduktionsmark	4,64	67%	5,12	74%
Svealand	Formellt skydd	0,28	5%	0,26	4%
	Frivilliga avsättningar	0,32	5%	0,33	6%
	Hänsynsytor	0,43	7%	0,12	2%
	Improduktiv skogsmark	0,56	9%	0,52	9%
	Virkesproduktionsmark	4,41	74%	4,70	79%
Götaland	Formellt skydd	0,14	3%	0,16	3%
	Frivilliga avsättningar	0,32	6%	0,30	6%
	Hänsynsytor	0,31	6%	0,11	2%
	Improduktiv skogsmark	0,37	7%	0,36	7%
	Virkesproduktionsmark	4,28	79%	4,52	83%
Hela landet	Formellt skydd	1,33	5%	1,37	5%
	Frivilliga avsättningar	1,33	5%	1,34	5%
	Hänsynsytor	1,87	7%	0,53	2%
	Improduktiv skogsmark	4,58	16%	4,43	16%
	Virkesproduktionsmark	18,94	68%	20,23	73%

²³ I den officiella statistiken är arealen virkesproduktionsmark högre än den i SKA 22. Ett bidragande skäl är att i den officiella statistiken räknas bara hänsynsytor som är lämnade vid föryngringsavverkning ackumulerat sedan 1993. I SKA22 tillämpas att hänsynsytor också lämnas vid andra skogsbruksåtgärder, alternativt kommer att lämnas när det är dags för föryngringsavverkning och då kan dessa räknas bort redan nu.

Avverkningarna från produktionsarealen faller ut i massaved, timmer, grenar, bark och barr (GROT). Enheten för bruttoavverkningar är m³sk medan enheten för massaved och timmer m³fub (fub = ”fritt under bark”).²⁴ GROT mäts i ton torrsubstans. Av den bruttomängd grenar som redovisas i SKA 22 antas här att 50 procent tillvaratas för energiproduktion. Motsvarande siffror för bark och barr antas vara 40 respektive 10 procent. Energi från grenar, bark och barr antas utgöra substitut till fossila bränslen i samtliga scenarier med ett energivärde på 3 MWh per ton torrsubstans.²⁵

3.1 Scenarier för skogens utveckling.

Scenarier för utvecklingen av den svenska skogen de närmaste 100 åren har som sagt gjorts med skogsplaneringsverktyget Heureka RegVis som är utvecklat vid Sveriges Lantbruksuniversitet. I SKA 22 redovisas resultaten dels från ett scenario som antar samma skötsel som i dagens skogsbruk, dels från ett antal alternativa scenarier med olika fokus.²⁶ För denna studie har tre scenarier valts; *Dagens skogsbruk*, som utgör referensscenario, samt scenarierna *Fokus mångfald* och *Fokus tillväxt*.

Dagens skogsbruk: I scenariot antas ett fortsatt brukande av skogen med dagens metoder och omfattning, inklusive nuvarande avverkningsintensitet vilket betyder att avverkningar understiger tillväxten (potentialen).

Fokus mångfald: Fokus i detta scenario är att öka variationen och mångfalden i skogen med syftet till ökad ambition för att gynna biologisk mångfald, sociala värden, rennäring, m.m.

Fokus tillväxt: Syftar till att öka tillväxten i skogen, dvs. ett mer intensivt brukande som möjliggör ökat råvaruuttag.

I tabell 3.2 redogörs för några centrala parametrar i de olika scenarierna.²⁷ Som framgår i tabell 3.2 innebär *Fokus mångfald* en mindre areal virkesproduktionsmark än *Dagens skogsbruk* till följd av 2,6 miljoner ha nya avsättningar i *Fokus mångfald*, vilket innebär en minskning med virkesproduktionsarealen med cirka 12 procent. En annan betydelsefull skillnad mellan scenarierna är val av brukningsmetod. I *Dagens skogsbruk* och *Fokus tillväxt* är trakthyggesbruk (kalhyggen) den helt dominerande metoden, 96 respektive 98 procent av avverkad areal, medan det i *Fokus mångfald* endast är 70 procent av arealen. Även vad gäller föryngringsmetod och trädslagsval vid plantering är det stora skillnader mellan scenarierna. I *Fokus mångfald* ökar lövträdsandelen från 10 procent i *Dagens skogsbruk* till 30 procent i *Fokus mångfald*. Vidare innebär *Fokus tillväxt* en relativt kraftig ökning av främmande trädslag och kvävegödsling av skogsmarken, jämfört med både *Dagens skogsbruk* och *Fokus mångfald*.

²⁴ Vid omräkningar från den ena till den andra enheten har jag använt omräkningsfaktorn 1,19 (1 m³fub = 1,19 m³sk).

²⁵ <https://www.skogssverige.se/bioenergi/fakta-om-bioenergi/energimatt-och-omrakningstal>.

²⁶ Bakgrund och motiv till val av alternativscenarier beskrivs i Skogsstyrelsen (2021).

²⁷ För mer detaljer kring skillnader i de antaganden som görs i de olika scenarierna, se Skogsstyrelsen (2022b).

Tabell 3.2. Scenariebeskrivning.

	Dagens skogsbruk	Fokus mångfald	Fokus tillväxt.
Markanvändning			
Produktiv skogsmark (miljoner ha)	23,5	23,5	23,6
Formellt skydd och avsättningar ²⁸	2,6	6,8	2,6
Virkesproduktionsmark	18,9	16,6	19,0
Brukningssmetod (procent av areal)			
Trakthyggesbruk	96%	70%	98%
Hyggesfritt	4%	30%	2%
Föryngringsmetod			
Plantering	86%	40%	90%
Naturlig föryngring	9%	60%	10%
Plantmaterial (andel av planterad areal)			
Lövträd, andel av areal	10%	30%	10%
Främmande barrträdsdrag	3%	0%	15%
Främmande lövträdsdrag	0%	0%	7%
Övrigt			
Kvävegödsling, miljoner ha/år	0,033	0	0,15
Lägsta avverkningsålder	Dagens regler	10% ökning på 70% av arealen och 30% ökning på 30% av arealen.	10% sänkning

Sammantaget kan man säga att *Fokus mångfald* innebär relativt kraftiga restriktioner på hur skogsbruk kan bedrivas, jämfört med *Dagens skogsbruk*, medan det omvända gäller för *Fokus tillväxt*. Utöver de parametrar som redan nämnts kan det noteras att *Fokus mångfald* innebär en relativ kraftig restriktion i form av höjd avverkningsålder. Nedan redovisas utvecklingen av för den samhällsekonomiska analysen centrala skogsvariabler i de tre scenarierna.²⁹ Utvecklingen i samtliga scenarier är av naturliga skäl förknippade med betydande osäkerheter, av många skäl, och ska definitivt inte ses som prognoser. Ett, av många, skäl till det är att det i framskrivningarna saknas ekonomiska faktorer, dvs. hur efterfrågan, avverkningskostnader m.m. utvecklas.

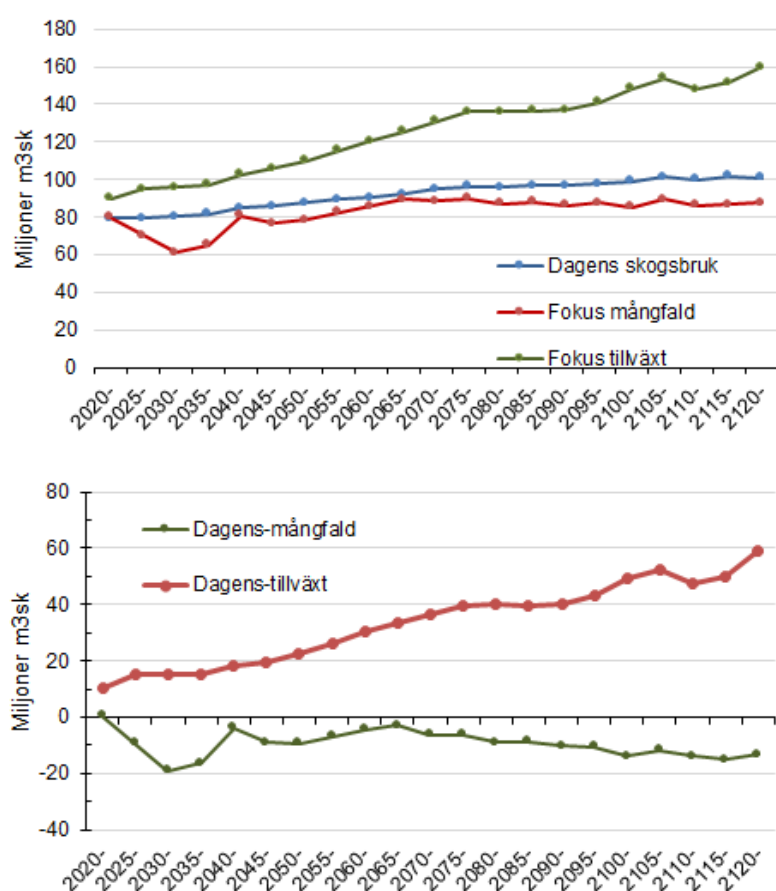
Avverkade volymer

En av de centrala variablerna i analysen är konsekvenser på avverkningsvolymer. Som påpekats tidigare är den resulterande avverkningsvolymen inte resultatet av någon optimering. Avverkningsvolymen i referensscenariot, *Dagens skogsbruk*, är i princip beräknad som dagens avverkningsintensitet multiplicerat med tillväxten. I alternativscenarierna är avverkningsvolymerna beräknade som potentiell avverkningsvolym, som är lika med tillväxten, men med de restriktioner som följer i respektive scenario (se tabell 3.2).

²⁸ Här har formellt skyddade arealer, frivilliga och nya avsättningar och hänsynsytor summerats.

²⁹ En mer uttömmande redovisning finns i Skogsstyrelsen (2022a).

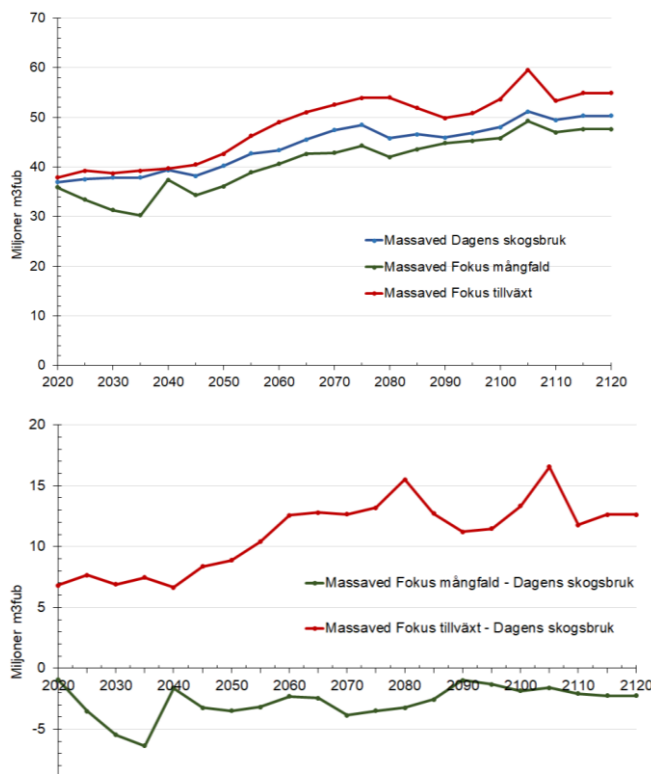
I figur 3.1 redovisas bruttoavverkning i hela landet i de olika scenarierna.³⁰ Det övre diagrammet visar utvecklingen av nivån i respektive scenario medan det undre visar årlig skillnad mellan alternativscenario och referensscenario (*Dagens skogsbruk*). Föga överraskande innebär alternativscenario *Fokus mångfald* en lägre avverkad volym medan *Fokus tillväxt* visar på högre volym. Värt att notera är att nedgången i avverkningar i *Fokus mångfald* är mycket kraftig de första 20 åren med som mest 20 miljoner m³sk (en minskning med drygt 20 procent), jämfört med *Dagens skogsbruk*. Efter det sker en återhämtning för att i andra halvan av perioden åter minska relativt kraftigt. Att utvecklingen ser ut som den gör, jämfört med *Dagens skogsbruk*, beror på att de restriktioner som scenariot innebär dels har en momentan kortsiktig effekt på avverkningarna, dels en mer långsiktig effekt som består av att det skapas en relativt gammal skog med relativt låg tillväxt. I *Fokus tillväxt* sker det omvända, en yngre och produktivare skog, som till viss del dessutom gödslas, möjliggör högre tillväxt och därmed högre avverkningsnivå.



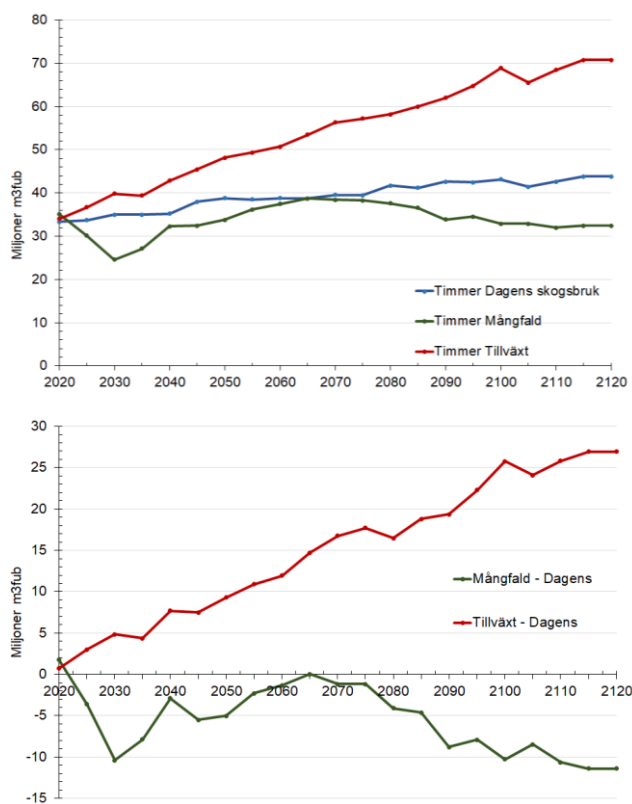
Figur 3.1. Bruttoavverkning hela landet, miljoner m³sk. Övre diagram, nivå på avverkningar i respektive scenario. Undre diagram, skillnad mellan alternativscenario och dagens skogsbruk. Källa: Egen konstruktion med data från SKA 22.

Utfallet av bruttoavverkningarna i termer av massaved, sågtimmer och GROT redovisas i figur 3.2 – 3.4.

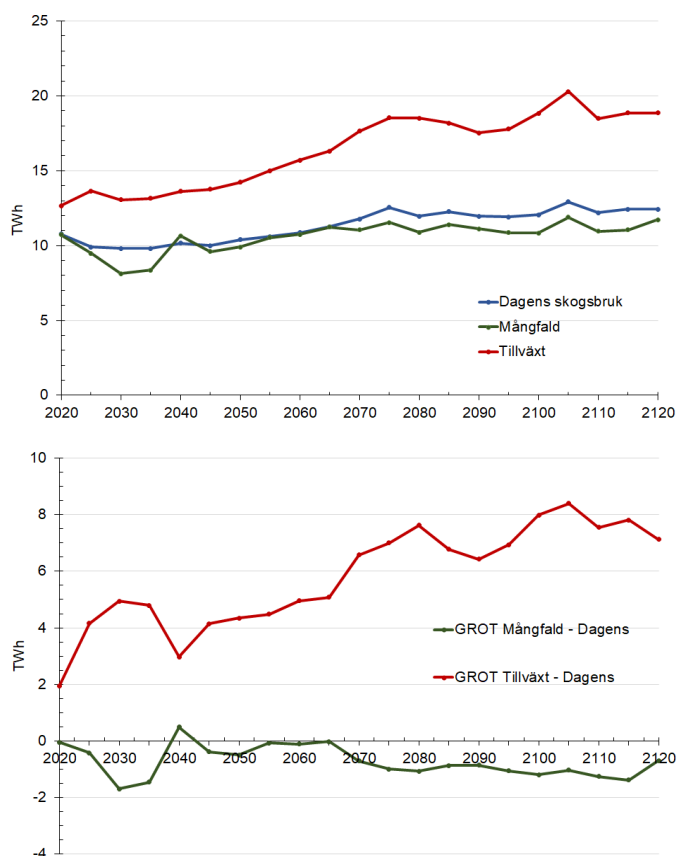
³⁰ Bruttoavverkning är volymen av samtliga stammar som avskiljts från stubben, alltså även sådana stammar eller stamdelar som ej tagits tillvara, exempelvis röjningsstammar, toppar och lumpade (kasserade) bitar (<https://www.skogen.se/glossary/bruttoavverkning/>)



Figur 3.2. Årligt uttag av massaved, miljoner m³fub. Övre diagram, avverkningsnivå. Undre diagram, årlig skillnad mellan alternativscenario och *Dagens skogsbruk*.
Källa: Egen konstruktion med data från SKA 22.



Figur 3.3. Årligt uttag av timmer, miljoner m³fub. Övre diagram, avverkningsnivå. Undre diagram, årlig skillnad mellan alternativscenario och *Dagens skogsbruk*.
Källa: Egen konstruktion med data från SKA 22.



Figur 3.4. Årligt uttag av GROT, TWh.³¹ Övre diagram, nivå i respektive scenario. Undre diagram, årlig skillnad mellan alternativscenario och Dagens skogsbruk.

Källa: Egen konstruktion med data från SKA 22.

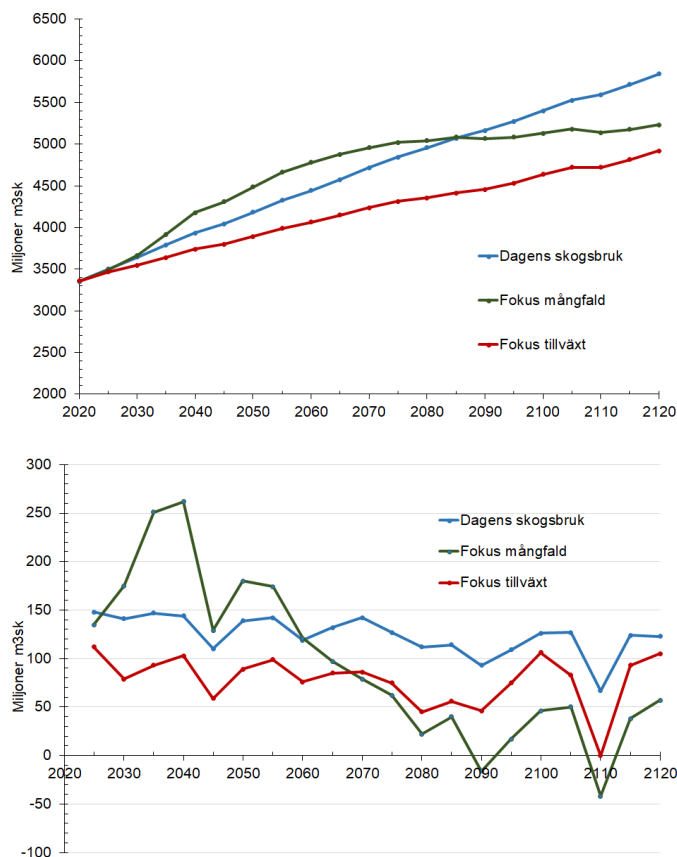
Virkesförråd

I figur 3.5 redovisas utvecklingen av virkesförrådet. Som det övre diagrammet i figur 3.5 visar innebär *Dagens skogsbruk* att virkesförrådet ökar över hela perioden, dock i något avtagande takt (undre figur). Anledningen till att virkesförrådet ökar är antagandet om en avverkningsintensitet som är lägre än tillväxten.

De antaganden som görs i alternativscenarierna får av naturliga skäl en påverkan på virkesförrådet, jämfört med *Dagens skogsbruk*. *Fokus mångfald* har en direkt effekt på virkesförrådet då träd som i *Dagens skogsbruk* skulle avverkas i en viss period får stå kvar, vilket innebär att förrådet ökar. Den effekten blir tydlig i figur 3.1-3.3 som visar att avverkningarna minskar kraftigt de närmaste 30 åren i *Fokus mångfald*. I *Fokus tillväxt* sker det omvända. De antaganden som görs där tenderar att träd avverkas som annars skulle stått kvar, vilket minskar förrådet. Men det uppstår även en indirekt effekt som är mer långsiktig via tillväxten i skogen. *Fokus mångfald* innebär alltmer skog per ytenhet samt en allt större andel gammal skog. Sammantaget innebär det att tillväxten i skogen efterhand blir lägre än i referensscenariot. På kort och mellanlång sikt sker därför en relativt kraftig ökning av virkesförrådet i *Fokus mångfald*, en ökning som efter hand planar ut vilket på 100-års sikt leder till ett lägre virkesförråd och därmed lägre långsiktig avverkningsnivå.

³¹ Det har antagits att 50 procent av utfallet av grenar och 10 procent av barren tas tillvara för energiproduktion. Utfallet mäts i ton torrsustans och det antas att 1 ton är lika med 3 MWh.

Sammantaget innebär den förrådsuppyggnad som blir resultatet av *Fokus mångfald* de första 50 åren att inlagringen av koldioxid i den svenska skogen ökar, jämfört med *Dagens skogsbruk*, men att inlagringen efter det minskar för att efter 100 år vara lägre än i *Dagens skogsbruk*. Scenariot *Fokus tillväxt* innebär en mindre inlagring av koldioxid än övriga scenarier. Å andra sidan innebär scenariot en kraftigt ökad avverkning vilket påverkar möjligheten till material- och energisubstitution. Vi återkommer till denna fråga senare i rapporten.



Figur 3.5. Virkesförråd (övre diagram) och förändring av virkesförråd per femårsperiod (undre diagram) hela landet, (miljoner m³sk).

Källa: Egen konstruktion med data från SKA 22.

I nästa avsnitt redogörs för de ekonomiska konsekvenserna av förändringarna i avverkningsnivåer i de olika scenarierna, jämfört med *Dagens skogsbruk*, givet antaganden om virkespriser, kostnader, industrins virkesförsörjning och diskonteringsränta. Som vi skall se är inte minst antaganden om skogsindustrins virkesförsörjning av central betydelse. I avsnittet därefter redogörs för de eventuella värden (positiva eller negativa) förändringar i nettoupptag/utsläpp av koldioxid som de olika scenarierna ger upphov till.

4. Förändring av ekonomiskt värde

4.1 Principiella utgångspunkter

Utgångspunkten för beräkningen av det privatekonomiska värdet för skogsbruket i de olika scenarierna är antagandet om vinstmaximerande skogsägare som avverkar så länge marginalkostnaden för att avverka skog är lägre än virkespriset. Det betyder att den optimala

avverkningsnivån är när pris är lika med marginalkostnad. Det privatekonomiska överskottet för skogsbruket kan då skrivas som:

$$p \cdot h - \int_0^{h^*} MC(h)dh = PS(h), \quad (1)$$

där p är virkespris, h avverkningsvolym, MC marginalkostnad och PS producentöverskott. h^* är den avverkningsvolym där pris är lika med marginalkostnad. Producentöverskottet, PS , är då detsamma som rotnettot för skogsbruket. Dividerar vi PS med h får vi rotnettot (genomsnittligt) per kubikmeter.

På i princip motsvarande sätt kan vi beräkna konsumentvärdet av avverkningarna. Utgångspunkten är vinstmaximerande skogsindustriföretag som producerar och säljer förädlade skogsråvara (trävaror, papper, m.m.). Liksom skogsägarna säljer de så länge intäkten på marginalen är större än tillverkningskostnaden på marginalen. Hur mycket skogsråvara man väljer att förädla beror således på marknadspriset på den förädlade varan och priset på skogsråvara (givet den befintliga teknologin). Motsvarigheten till producentöverskottet, konsumentöverskottet kan då skrivas som:

$$\int_0^{h^*} P \cdot MP(h)dh - p \cdot h^* = CS(h), \quad (2)$$

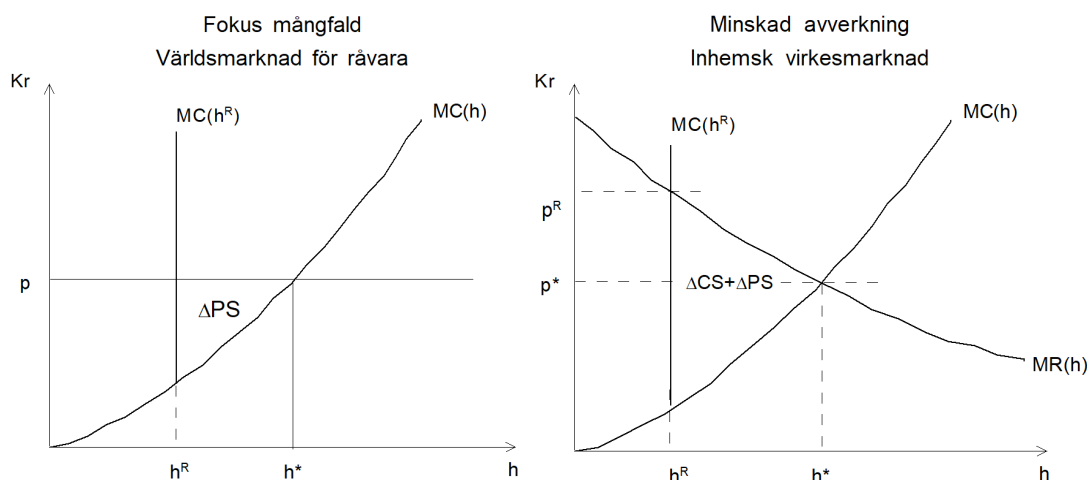
där P är marknadspriset på den förädlade varan, MP är marginalprodukten av skogsråvara och CS konsumentöverskottet. Marknadspriset P multiplicerat med marginalprodukten MP är lika med den marginella betalningsviljan för skogsråvara, eller om man så vill industrins efterfrågekurva för skogsråvara (inverterad). Ett högre P , exempelvis på grund av ökad efterfrågan efter förädlade skogsprodukter innebär att konsumentöverskottet ökar. På motsvarande sätt innebär högre råvarupris att konsumentöverskottet minskar.

Kostnaden för restriktioner som begränsar avverkningarna är dels den direkta kostnaden för skogsägarna i form av förlorat rotnetto (producentöverskott), dels eventuell förlust av konsumentöverskott till följd av minskad produktion av skogsprodukter.³² Helt avgörande för storleken på det senare, konsumentöverskottet, är hur beroende industrin är av svensk skogsråvara. Om svensk skogsråvara är den enda råvarukällan för industrin innebär restriktioner i skogsbruket en förlust i konsumentöverskott i enlighet med ekvation (2). Å andra sidan om industrin kan köpa obegränsade mängder råvara på en världsmarknad blir förlusten lika med noll då en minskning av virkesutbudet i Sverige helt kan ersättas med råvara från andra länder.

Resonemangen ovan sammanfattas i figur 4.1. Båda graferna illustrerar när vi har en bindande restriktion på hur mycket som kan avverkas, h^R . Den vänstra grafen är när vi har en världsmarknad för virkesråvara. I den högra grafen har vi fallet med en fullständigt inhemsk virkesförsörjning. Givet en världsmarknad för råvara där svensk industri kan köpa virkesråvara till ett givet världsmarknadspris blir kostnaden av restriktionen lika med bortfallet av producentöverskott (rotnetto) i skogsbruket, ΔPS . I fallet med inhemsk virkesförsörjning innebär restriktionen att priset på virkesråvara stiger, till p^R i illustrationen i figur 4.1 och att det därmed tillkommer en kostnad i termer av förlorat konsumentöverskott, ΔCS . Färre restriktioner för skogsbruket, som i *Fokus tillväxt* exempelvis, leder till det

³² Rotnettot kan förändras dels på grund av att avverkningarna förändras, dels på grund av att priset på skogsråvara förändras.

omvända, högre producentöverskott, och i fallet med en världsmarknad för råvara högre konsumentöverskott.



Figur 4.1. Kostnader för restriktioner i skogsbruket, en principskiss.

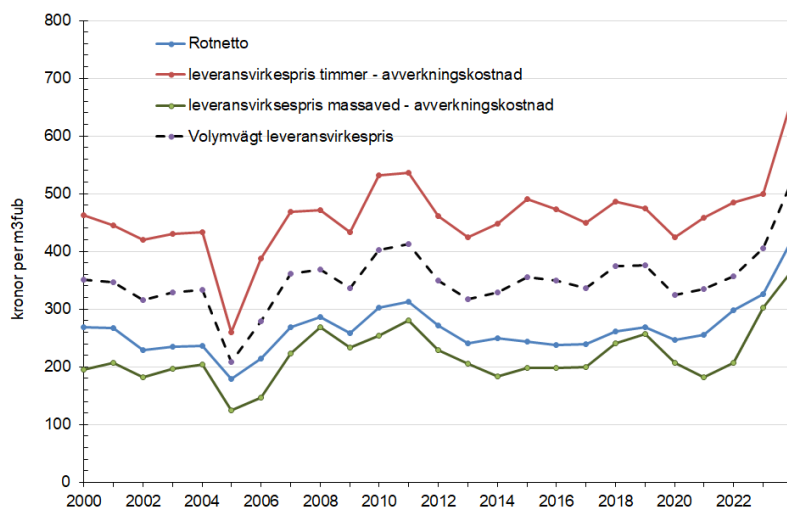
Beräkningarna av ekonomiskt utfall i de olika scenarierna baseras i huvudsak på resonemangen ovan. Det betyder att värdet av avverkningarna för varje år är beräknat som rotnetto multiplicerat med avverkad volym i respektive scenario, plus eventuellt konsumentöverskott. För att beräkna konsumentöverskottet på det sätt som beskrivs ovan, i det fall vi har en inhemsk virkesförsörjning, behöver vi i princip känna marginalintäktskurvan, vilket vi inte gör. Som en approximation antas istället att viss andel av förädlingsvärdet (vinst plus löne- och kapitalkostnad) går förlorat som en följd av att industrier tvingas lägga ner, eller förlorar i konkurrenskraft till följd av högre råvarukostnader.

Det årliga värdet för skogsbruket av avverkningarna har beräknats på två olika sätt:

1. Rotnetto per skogskubikmeter (m^3sk) multiplicerat med avverkad volym i skogskubikmetrar.
2. Leveransvirkespris massaved minus avverkningskostnad multiplicerat med utfallet av massaved i avverkningarna, plus leveransvirkespris sågtimmer minus avverkningskostnad multiplicerat med utfallet av sågtimmer, plus (netto)pris på bioenergi per MWh multiplicerat med uttag av GROT i termer av energi (MWh).

I figur 4.2 redovisas utvecklingen av rotpostpris och nettopris beräknat enligt punkt 2 ovan för perioden 2000 – 2022 i 2023 års priser. De priser som redovisas är officiell statistik publicerad av Skogsstyrelsen.³³

³³ I Eliasson m.fl. (2025) publiceras data på skogsbrukets intäkter baserade på såväl officiell statistik som egen insamlad data. De virkespriser som redovisas är generellt något högre än de officiella priser som används i denna studie.



Figur 4.2. Rotnetto och leveransvirkespriser minus avverkningskostnad 2000-2022, kronor per m³fub 2023 års priser.³⁴

Källa: Egna beräkningar med data från Skogsstyrelsen.

Som framgår av figur 4.2 är det en svag positiv trend i rotnetto och i det pris som baseras på leveransvirkespriser. Efter 2022 har det dock skett en kraftig prisuppgång. Nettopriset på sågtimmer, baserat på leveransvirkespriset, ökade med 34 procent från 2023 till 2024. Motsvarande siffra för massavedspriset är 21 procent. Sett över hela perioden har rotnettot ökat med i genomsnitt 2,3% per år medan det volymvägda priset baserat på leveransvirkespriser ökat med 2,1% per år. Hur rotnetto och priser kommer att utvecklas de kommande 100 åren är naturligtvis omöjligt att säga, men givet att det ska ske en omställning mot en grön ekonomi är det troligt att värdet av biomassa inte faller. Här görs det enkla antagandet att i alternativ 1 är framtida rotnetto lika med genomsnittet för de senaste 5 åren, och i alternativ 2 genomsnittet de senaste 5 åren för leveransvirkespriserna minus avverkningskostnaden.

Eftersom scenarierna sträcker sig över 100 år beräknas nuvärde av de årliga förändringarna av avverkningarna och eventuella förändringar av industrins förädlingsvärde (i det fall där vi inte antar att svensk råvara kan ersättas fullt ut och till samma pris med utländsk råvara).

Ett problem med att beräkna värdet av förändrade avverkningar på det sätt som beskrivs ovan är att det görs under antagandet att virkespris och kostnader är samma före och efter förändringen. Som visats i avsnitt 2 innebär *Fokus mångfald* minskad avverkning, vilket sannolikt får effekter på virkesmarknaden med högre virkespris som följd. Hur stor den effekten blir beror, som diskuterats ovan, på i vilken mån inhemsk råvara kan ersättas med råvara från andra länder. Effekten av detta fångas inte i de beräkningar som presenteras här,

³⁴ Statistiken för rotnettot redovisas i enheten kronor per m³fub. Här har det omräknats till kronor per m³fub, med omräkningsfaktorn 0.87. "Volymvägt virkespris är:

$(\text{Timmerpris} - \text{avverkningskostnad}) \cdot (\text{volym timmer} / (\text{volym timmer} + \text{volym massaved})) + (\text{Timmerpris} - \text{avverkningskostnad}) \cdot (\text{volym massaved} / (\text{volym timmer} + \text{volym massaved}))$.

Den stora prisnedgången 2005 var följden av stormen Gudrun som innebar en utbudschock (75 miljoner m³ blåste ned).

Uppgifter på rotnetto och avverkningskostnad saknas för 2024 i den officiella statistiken. Rotnetto för 2024 har därför uppskattats som 2023 års värde multiplicerat med ökningstakten i leveransvirkespris mellan 2023 och 2024. Avverkningskostnaden för 2024 har uppskattats som värdet för 2023 multiplicerat med förändringstakten mellan 2022 och 2023

men innebär förmodligen att kostnaden för skogsbruket blir något lägre, men att det istället uppstår en kostnad i form av förlorat konsumentöverskott på grund av minskad konsumtion av trävaror.

4.2 Effekter på skogsbrukets ekonomiska värde.

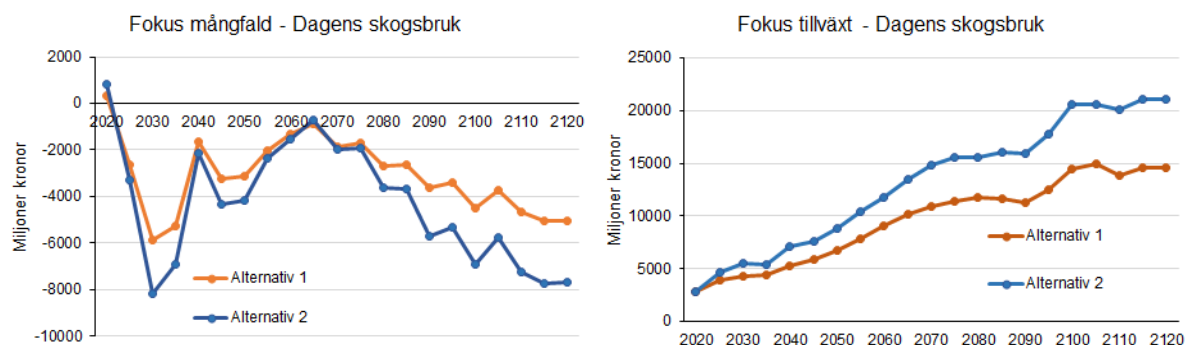
Antaganden gällande priser och diskonteringsränta för beräkning av skogsbrukets värde i de olika scenarierna ges i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Antaganden priser, kostnader och diskonteringsränta.

		Källa
Rotnetto Alternativ 1*	310 kr/m ³ fub	Skogsstyrelsen
Pris sågtimmer*	671 kr/m ³ fub	Skogsstyrelsen
Pris massaved*	417 kr/m ³ fub	Skogsstyrelsen
Avverkningskostnad*	164 kr/m ³ fub	Skogsstyrelsen
Pris bioenergi	190 kr/MWh	Energimyndigheten
Rotnetto Alternativ 2 (timmer)	671 – 164 = 507 kr/m ³ fub	
Rotnetto Alternativ 2 (massaved)	318 – 157 = 253 kr/m ³ fub	
Rotnetto Alternativ 2 (GROT)	150 kr/MWh	
Ränta	3%	

* Medelvärde för perioden 2020-2024, 2023 års prisnivå.

Effekter på skogsbrukets värde av de olika scenarierna i förhållande till referensscenariot redovisas i figur 4.2, miljoner kronor per år.



Figur 4.2. Årlig skillnad i ekonomiskt värde, miljoner kr 2023 års priser.

Figur 4.2 illustrerar till viss del känsligheten för vilka antaganden som görs gällande virkespriser och avverkningskostnader. Alternativ 2 innebär ett högre rotnetto än alternativ 2, vilket innebär större konsekvenser för framtida virkesvärden, jämfört med alternativ 1.

Fokus mångfald innebär en kostnad i termer av förlorat rotnetto på mellan 4 och 6 miljarder kr årligen i genomsnitt, beroende på vilket sätt rotnetto beräknas. De första 10 åren ökar bortfallet relativt mycket för att sedan minska fram till 2060. Efter 2060 ökar bortfallet återigen relativt kraftigt. *Fokus tillväxt* innebär ökat rotnetto över hela perioden till följd av att det finns mer skog att avverka.

Nuvärdet av de årliga skillnaderna ges i tabell 4.2.

Tabell 4.2. Skillnad mellan *Fokus mångfald*, *Fokus tillväxt* och *Dagens skogsbruk*. Nuvärde, 3 procent ränta, miljoner kr.

	Fokus mångfald – Ref	Fokus tillväxt – Ref
Nuvärde, Alt 1	-83 828	200 970
Nuvärde, Alt 2	-110 370	262 552

Sammanfattningsvis visar beräkningarna att givet de antaganden som gjorts är den direkta kostnaden av *Fokus mångfald*, jämfört med *Dagens skogsbruk*, betydande och att kostnaden ökar över tid allteftersom gapet i avverkningsnivå ökar. Man kan säga att skogsbrukets kostnad utgör en nedre gräns på samhällskostnaderna då de inte innefattar kostnader i form av förlorat konsumentöverskott, i enlighet av vad som diskuterats ovan.

4.3 Effekter på skogsindustrins förädlingsvärde och sysselsättning.

De ekonomiska beräkningarna i föregående avsnitt kan tolkas som de ekonomiska konsekvenserna i det fall det finns en världsmarknad för skogsråvara, dvs. i det fall svensk skogsindustri kan ersätta svensk råvara, till samma kostnad, med råvara från utlandet. Om så inte är fallet, utan vi har en inhemsk virkesmarknad där priset på timmer, massaved och bioenergi beror på utbud och efterfrågan i Sverige tillkommer effekter i form av förändrat konsumentöverskott. I avsnitt 2 redogjordes kort för industrins virkesförsörjning. Den visade att industrins virkesförsörjning till helt övervägande består av inhemsk råvara, vilket då skulle betyda att ett större svenskt råvarubortfall endast i mindre grad kan ersättas av import till samma eller lägre kostnad. I scenariot *Fokus mångfald* innebär detta minskat konsumentöverskott eftersom det uppstår ett virkesbortfall medan det i *Fokus tillväxt* innebär ett ökat konsumentöverskott eftersom tillgången på virkesråvara ökar. Som diskuterades i avsnitt 4.1 har vi inte den information som krävs för att på ett teoretiskt korrekt sätt beräkna förändringar i konsumentöverskott. För att illustrera storleksordningen på förändringen av konsumentöverskott utgår vi i stället från industrins förädlingsvärde genom att anta att skogsindustrins produktion är proportionell mot råvaruinsatsen, dvs. för att producera en enhet (förädlingsvärde) i massa och pappersindustrin respektive trävaruindustrin behövs a^M respektive a^T enheter virkesråvara, dvs.³⁵

$VA^M = a^M \cdot q^M$, förädlingsvärde massa och pappersindustrin,

$VA^T = a^T \cdot q^T$, förädlingsvärde trävaruindustrin,

där q^M och q^T är kvantitet massaved respektive sågtimmer.

Förädlingsvärde per kubikmeter råvara är då:

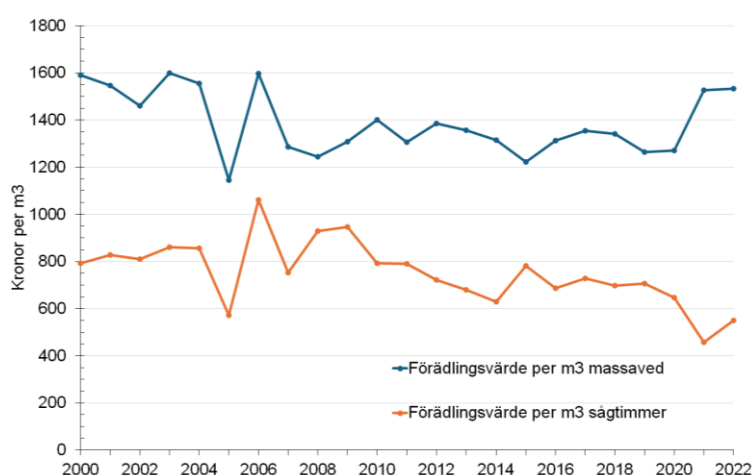
$VA^M/q^M = a^M$, massa och pappersindustri

$VA^T/q^T = a^T$, trävaruindustri

³⁵ I princip antas att skogsindustrins produktionsfunktion är en så kallad Leontief produktionsfunktion. En typ av produktionsfunktion som beskriver hur en produkt produceras genom att använda fasta proportioner av olika produktionsfaktorer, utan möjlighet att substituera mellan dem. De fasta proportionerna i det här fallet, a^M och a^T , kan dock förändras över tid till följd av ny teknik.

I figur 4.3 ges en bild av hur förädlingsvärdet per enhet råvara i respektive delbransch utvecklats perioden 2000-2022.

I figur 4.3 framgår det att förädlingsvärdet per enhet råvara i massa och pappersindustrin varit relativt konstant utan någon tydlig trend, mellan 1 200 och 1 600 kronor per kubikmeter de senaste 20 åren. För trävaruindustrin är bilden något annorlunda med en negativ trend. Från cirka 800 kr år 2000 till knappt 600 kr per kubikmeter år 2022, dvs. trävaruindustrin tycks ha blivit mer effektiv över tid.³⁶



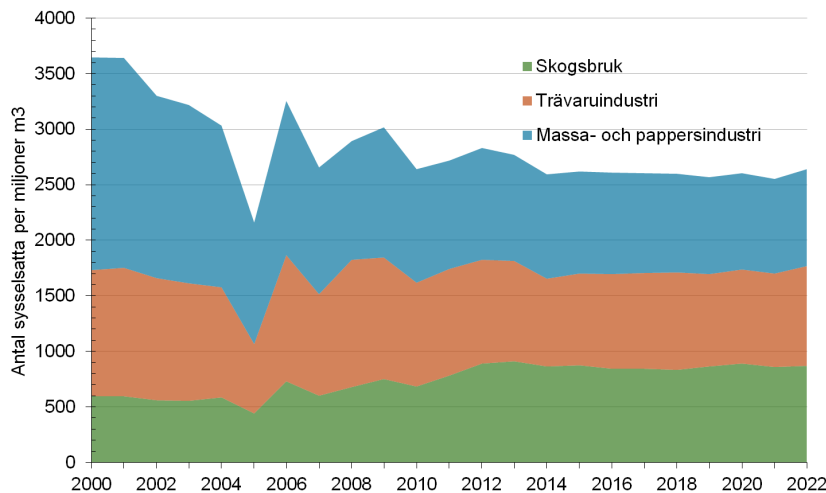
Figur 4.3. Förädlingsvärde per m³ skogsråvara, kronor.

Källa: egen konstruktion med data från SCB.

I figur 2.2 framgick det att sysselsättningen i skogssektorn, dvs. i skogsbruket, trävaruindustrin och massa- och pappersindustrin sammantaget, uppgick till drygt 120 tusen personer 2022, en sysselsättningsnivå som varit i stort sett oförändrad de senaste 30 åren. Däremot har det enligt statistiken skett en ganska stor omfördelning inom sektorn; Skogsbruket har nära nog fördubblat antalet sysselsatta, från 34 tusen till 61 tusen, medan sysselsättningen i massa och pappersindustrin minskat från drygt 45 tusen 2020 till knappt 28 tusen år 2022.³⁷ Precis som för skogsråvara kan vi nu beräkna antal sysselsatta per kubikmeter råvara i respektive delbransch inom skogssektorn. Som framgår i figur 4.4 har sysselsättningen i skogsbruket per kubikmeter rundvirke ökat över perioden 2000 till 2022, från cirka 600 sysselsatta per miljon kubikmeter år 2000 till knappt 900 år 2022. För massa- och pappersindustrin samt trävaruindustrin är trenden den omvända med ett minskat antal sysselsatta. I massa- och pappersindustrin har antalet sysselsatta per miljon kubikmeter massaved halverats, från drygt 1900 till knappt 900. För trävaruindustrin är minskningen mindre, från drygt 1100 till knappt 900 sysselsatta per miljon kubikmeter sågtimmer.

³⁶ Det plötsliga fallet i förädlingsvärde 2005 beror på det kraftiga prisfallet på timmer och massaved, vilket var en följd av stormen Gudrun som ledde till ca 75 miljoner kubikmeter stormfälld skog.

³⁷ Sysselsättningsstatistiken är från SCB, Nationalräkenskaperna. En person räknas som sysselsatt när denne har utfört minst en timmes arbete under en referensvecka. Arbetet kan vara som anställd, egen företagare eller som medhjälpare i ett familjeföretag. Ser man till antalet anställda som redovisas i SCB's företagsstatistik så är det betydligt färre för skogsbruket. Enligt dessa siffror var antalet anställda i skogsbruket år 2022 knappt 15 tusen, vilket kan jämföras med antalet sysselsatta som uppgick till 61 tusen.



Figur 4.4. Sysselsättning per m³ skogsråvara, antal.

Källa: egen konstruktion med data från SCB Nationalräkenskaper.

För att få en uppfattning om storleksordningen på eventuella effekter på förädlingsvärde och sysselsättning beskrivs två olika fall. I det första fallet antas det att industrin kan importera råvara från annat håll till samma pris, och i *Fokus tillväxt* att det ökade utbudet av rundvirke kan exporteras till rådande marknadspris. I det andra fallet antas att industrins virkesförsörjning är nationell. Det betyder att virkesbortfallet i *Fokus mångfald* inte kan ersättas fullt ut med import från andra länder och att virkestillskottet i *Fokus tillväxt* inte kan exporteras fullt ut. Som diskuterats är det andra fallet mer i överensstämmelse med hur verkligheten ser ut idag, dvs. råvaruförsörjningen sker till helt övervägande del inom landet.

Det antagande som görs i det andra fallet är att förändringen av förädlingsvärdet är lika med förädlingsvärdet per kubikmeter rundvirke multiplicerat med förändringen i virkesutbud, dvs:

$$\Delta VA^M = a^M \cdot \Delta q^M$$

$$\Delta VA^T = a^T \cdot \Delta q^T,$$

Där a^M är lika med genomsnittet för de sista fem åren av förädlingsvärdet per miljon kubikmeter massaved, och a^T är motsvarande för trävaruindustrin.

Sysselsättningseffekterna beräknas på samma sätt. I det första fallet antas inga sysselsättningseffekter i industrin eftersom förändringar i virkesutbud inte påverkar virkespris, medan det i det andra fallet antas att sysselsättningen påverkas proportionellt mot förändringen i virkesutbud, dvs:

$$\Delta L^S = b^S \cdot (\Delta q^M + \Delta q^T), \text{ sysselsättningsförändring i skogsbruket}$$

$$\Delta L^M = b^M \cdot \Delta q^M, \text{ sysselsättningsförändring i massa- och papperindustrin}$$

$$\Delta L^T = b^T \cdot \Delta q^T, \text{ sysselsättningsförändring i trävaruindustrin}$$

Det andra fallet exemplifieras med två olika alternativ, ett lågt och ett högt. I det låga alternativet antas att 50 procent av industrins förändring av förädlingsvärdet går förlorat, dvs.

hälften av en minskad avverkning ersätts med import (och hälften av en ökad avverkning exporteras), och att sysselsättningen i skogssektorn minskar i motsvarande grad. I det höga alternativet antas att 100 procent av förädlingsvärdet går förlorat och att sysselsättningen minskar i motsvarande grad, dvs. minskad avverkning kan ej ersättas med importerad råvara.³⁸ De antaganden som görs redovisas i tabell 4.3.

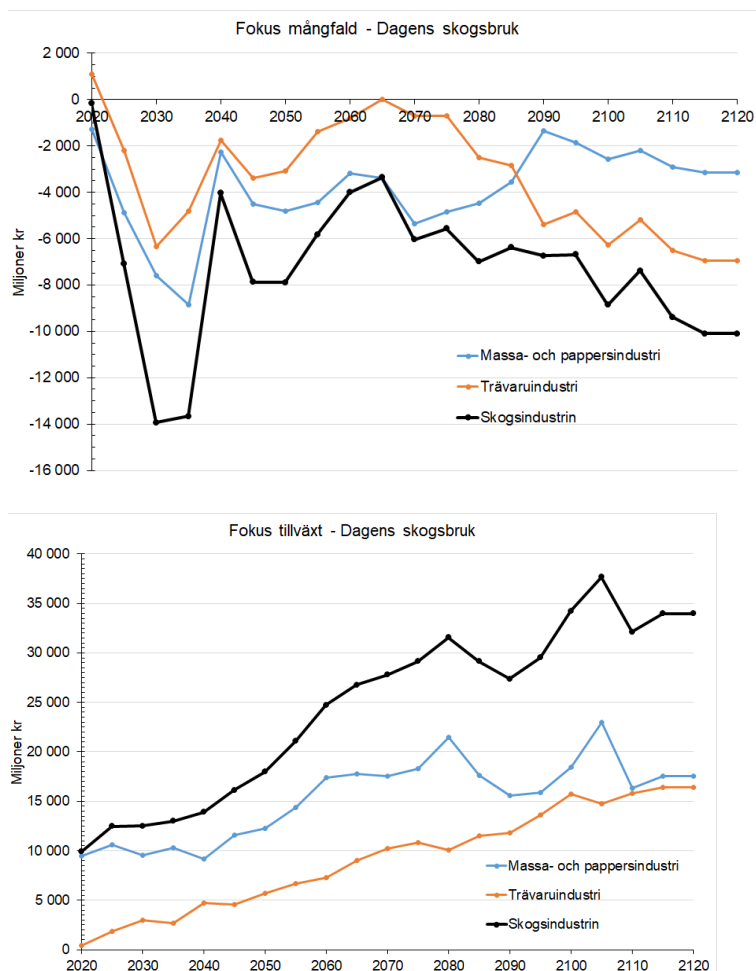
Tabell 4.3. Antaganden om effekter på förädlingsvärde i skogsindustrin och sysselsättning i skogssektorn. Miljoner kronor per miljon m³ respektive antal sysselsatta per miljon m³.

Förädlingsvärde			Sysselsättning		
	Miljoner SEK/miljoner m ³			Antal/miljoner m ³	
	100%	50%		100%	50%
a^M	1 387	694	b^S	863	432
a^T	611	306	b^M	868	434
			b^T	860	430

De antaganden som redovisas i tabell 4.3 innebär att om utbudet av massaved minskar med exempelvis en miljon m³ minskar förädlingsvärdet i massa- och pappersindustrin med 1 387 miljoner kr i det fall där man inte kan ersätta det inhemska råvarubortfallet med import. Kan hälften ersättas med import (till samma pris) minskar förädlingsvärdet med 694 miljoner kronor. En minskning av timmerutbudet har, som tabell 4.3, visar en betydligt mindre effekt på förädlingsvärdet i trävaruindustrin. På motsvarande sätt visar tabell 4.3 att sysselsättningseffekterna är relativt likartade i de olika delbranscherna. Exempelvis, ett minskat massaveds- och sågtimmerutbud med en miljon m³ vardera innebär, med de antaganden som gjorts, mellan 1 300 och 2 600 färre sysselsatta i skogssektorn sammantaget.

I figur 4.5 och 4.6 redovisas de årliga effekterna på industrins förädlingsvärde och sysselsättningen i skogssektorn för respektive scenario, jämfört med referensscenariot, givet de antaganden som redovisas i tabell 4.3.

³⁸ Minskad sysselsättning i skogssektorn innebär inte nödvändigtvis att sysselsättningen i hela ekonomin minskar, i alla fall på lång sikt, eftersom resurser som använts i skogssektorn kommer till användning i andra sektorer.

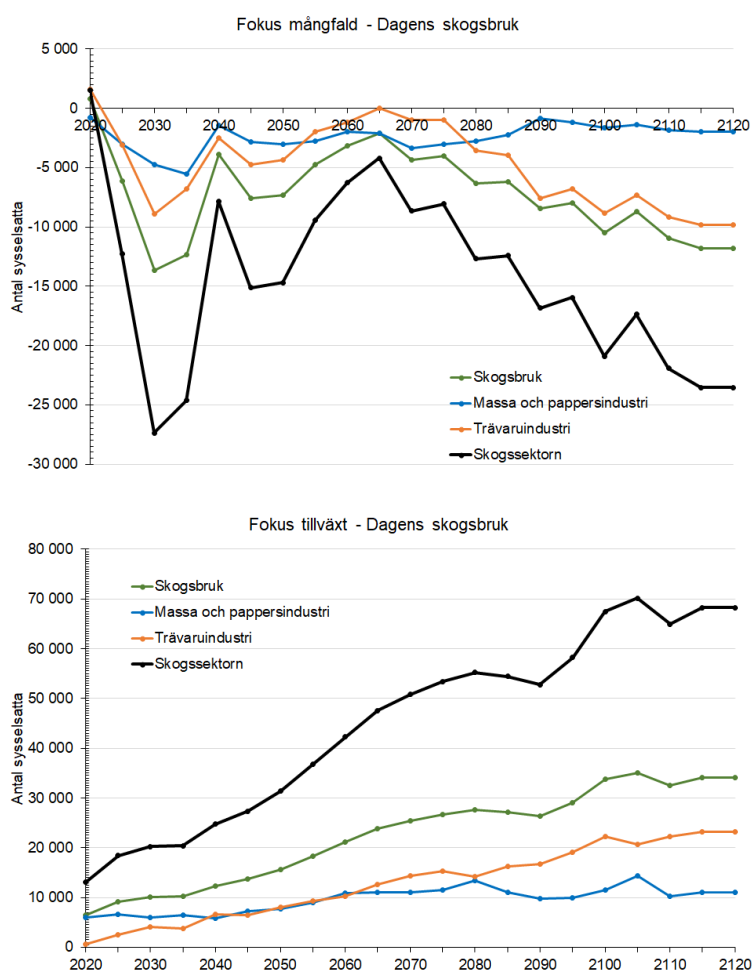


Figur 4.5. Årlig effekt på skogsindustrins förädlingsvärde, miljoner kronor 2022 års priser.³⁹
Källa: Egen konstruktion.

Effekterna på förädlingsvärde och sysselsättning följer förstås samma mönster som förändringarna i avverkning som redovisades i avsnitt 3 eftersom det antas ett linjärt förhållande mellan förädlingsvärde, sysselsättning och avverkningsnivå. *Fokus mångfald* innebär således ett bortfall av förädlingsvärde. Som det övre diagrammet i figur 4.5 visar innebär det att förädlingsvärdet i skogsindustrin minskar med i genomsnitt åtta miljarder kronor per år, vilket motsvarar cirka 10% av skogsindustrins förädlingsvärde 2022.⁴⁰ Det framgår också att bortfallet är störst i början och slutet av perioden. *Fokus tillväxt*, å andra sidan, innebär att förädlingsvärdet ökar med i genomsnitt 24 miljarder kronor per år, vilket motsvarar en ökning med cirka 35% från nivån 2022.

³⁹ Övre diagram är skillnaden mellan *Fokus mångfald* och *Dagens skogsbruk*. Undre är skillnaden mellan *Fokus tillväxt* och *Dagens skogsbruk*. Värdena är ej diskonterade värden, 2022 års priser. I diagrammen redovisas endast fallet där råvaruförsörjningen endast sker inom landet, dvs ingen (förändrad) import eller export av råvara.

⁴⁰ I det fall virkesbortfallet inte kan ersättas med importerat virke. Om man istället antar att hälften av bortfallet kan ersättas med importerat virke (till samma pris) halveras tappet i förädlingsvärde.



Figur 4.6. Årlig effekt på sysselsättning i skogssektorn, antal sysselsatta.⁴¹

Källa: Egen konstruktion.

Sysselsättningseffekterna följer samma mönster. *Fokus mångfald* innebär minskad avverkning vilket minskar sysselsättningen i skogsbruket. För skogssektorn som helhet minskar antalet sysselsatta med i genomsnitt cirka 15 000, ifall virkesbortfallet inte kan ersättas men import. Den största minskningen i antalet sysselsatta sker i skogsbruket där antalet sysselsatta minskar med cirka 7 200 i genomsnitt, eller 12% jämfört med 2022 års nivå, medan den minsta minskningen är i massa- och pappersindustrin, cirka 2 400 i genomsnitt. Som andel av sysselsättningen är dock minskningen i skogsindustrin på ungefär samma nivå som för skogsbruket, dvs. cirka 12%.

Sysselsättningseffekterna i *Fokus tillväxt* är de omvända, dvs. scenariot innebär ökad sysselsättning i såväl skogsbruk som i skogsindustrin. Givet de antaganden som gjorts ökar sysselsättningen totalt i skogssektorn med cirka 45 000, eller cirka 35%. Ena hälften av ökningen sker i skogsbruket och andra hälften i skogsindustrin.

⁴¹ Övre diagram är skillnaden i antalet sysselsatta mellan *Fokus mångfald* och *Dagens skogsbruk*. Undre är skillnaden mellan *Fokus tillväxt* och *Dagens skogsbruk*. I beräkningarna av sysselsättningseffekter antas inte någon förändring av produktiviteten i skogsbruk eller skogsindustrin. Som figur 4.4 visar är detta inte något orimligt antagande.

Effekterna på skogsindustrins förädlingsvärde och sysselsättningseffekterna i skogssektorn sammanfattas i tabell 4.4.

Som framgår av tabell 4.4 innebär *Fokus mångfald*, i det fall den minskade avverkningsvolymen inte kan ersättas med importerad råvara, ett bortfall av förädlingsvärde på i genomsnitt drygt 7 miljarder kr per år kommande 100 år, (2022 års pris) vilket om det summeras och diskonteras till nuvärde blir drygt 214 miljarder kr. Ifall hälften av råvarubortfallet kan ersättas med import till samma pris blir bortfallet hälften så stort, 3.6 respektive 107 miljarder kr. *Fokus tillväxt*, som innebär en betydande ökning av virkesutbudet, innebär att förädlingsvärdet ökar med upp till 24 miljarder per år i genomsnitt och nuvärdet upp till 550 miljarder kr, givet de antaganden som gjorts. Återigen är det värt att notera att ett kritiskt antagande är att förädlingsvärdet per kubikmeter är oförändrat över hela tidsperioden. Ifall efterfrågan på skogsprodukter i världen ökar över tid, med högre priser som följd, är det inte osannolikt att förädlingsvärdet också ökar.⁴²

Tabell 4.4. Effekter på skogsindustrins förädlingsvärde och sysselsättning i skogssektorn.

	Fokus mångfald – Dagens skogsbruk		
	Ingen import	50% import	100% import
FV per år*	-7 240	-3 620	0
FV nuvärde**	-214 472	-107 236	0
Sysselsättning	-14 400	-10 790	-7 197
	Fokus tillväxt – Dagens skogsbruk		
FV per år*	24 519	12 260	0
FV nuvärde**	549 781	274 891	0
Sysselsättning	45 045	33 780	22 517

* Genomsnitt, 2022 års priser.

** 3% ränta, 100 år.

4.4 Sammantagna effekter på skogssektorns ekonomiska värden och sysselsättningseffekter.

I avsnitt 4.2 och 4.3 har redogjorts för effekterna på skogsbruket respektive skogsindustrin av att avvika från *Dagens skogsbruk* i enlighet med scenarierna *Fokus mångfald* och *Fokus tillväxt*. I tabell 4.5 sammanställs de totala ekonomiska effekterna.

⁴² Dock går det inte med säkerhet säga, utan ytterligare antaganden, att förädlingsvärdet per kubikmeter ökar med ökad efterfrågan.

Tabell 4.5. Sammantagna ekonomiska- och sysselsättningseffekter, miljoner kr respektive antal sysselsatta.

	Fokus mångfald – Dagens skogsbruk	Fokus tillväxt – Dagens skogsbruk
Virkesvärde, Alt 1	-83 828	200 970
Virkesvärde, Alt 2	-110 370	262 552
FV industri, 100% import	0	0
FV industri, 50% import	-107 236	274 891
FV industri, ingen import	-214 472	549 781
Alt 1 Summa, FV 100% import/export	-83 828	200 970
Alt 2 Summa, FV 100% import/export	-110 370	262 552
Alt 1 Summa, FV 50% import/export	-191 064	475 861
Alt 2 Summa, FV 50% import/export	-217 606	537 443
Alt 1 Summa, FV 0% import/export	-298 300	750 751
Alt 2 Summa, FV 0% import/export	-324 842	812 333
Sysselsättningseffekter i skogssektorn		
	Fokus mångfald – Dagens skogsbruk	Fokus tillväxt – Dagens skogsbruk
100% import/export	-7 197 (-12%)	22 517 (36%)
50% import/export	-10 794 (-9%)	33 781 (27%)
0% import/export	-14 391 (-12%)	45 015 (37%)

Slutsatsen som kan dras från tabell 4.5 är att de två alternativscenarierna har helt motsatta effekter. *Fokus mångfald* innebär en kostnad, relativt *Dagens skogsbruk*, medan *Fokus tillväxt* innebär att ytterligare värden skapas i skogsbruk och skogsindustri.

En undre gräns för kostnaden i *Fokus mångfald* är när virkesbortfallet kompenseras helt med import till samma pris, vilket är mellan 84 och 111 miljarder i nuvärde med en ränta på 3%. En övre gräns ges av fallet när inget av virkesbortfallet kan ersättas, vilket då uppgår till mellan 298 och 325 miljarder kronor (i nuvärde). Det stora spannet, 84 till 325 miljarder kr, visar betydelsen av vilket antagande som görs om industrins virkesförsörjning. Ser man historiskt så har importen av rundvirke utgjort en begränsad del av industrins virkesförsörjning med mindre än 10% (Skogsstyrelsen, 2024a). Att anta att värdet ligger närmare den övre gränsen är därför inte ett orimligt antagande. Givet de antaganden som gjorts beräknas sysselsättningseffekterna i skogssektorn hamna intervallet drygt 7 000 - 14 000. Den undre gränsen representerar fallet när det endast sysselsättningen i skogsbruket som påverkas, medan den övre gränsen är fallet när även skogsindustrin påverkas på grund av minskad råvarutillförsel.

Fokus tillväxt, å andra sidan, innebär en ökad avverkningsnivå, vilket innebär ökade skogsbruksvärden och en potentiellt stor ökning av förädlingsvärdet i skogsindustrin.

Återigen, det senare beror på huruvida virkesförsörjningen sker på en mer eller mindre isolerad svensk virkesmarknad eller på en global. Antas en världsmarknad för rundvirke blir värdetillskottet lika med skogsbruksvärdet, mellan 201 och 263 miljarder, vilket då kan betraktas som en undre gräns (givet alla andra antaganden). Sker virkesförsörjningen nationellt innebär *Fokus tillväxt* att det ökade utbudet av rundvirke kommer att vidareförädlas av svensk skogsindustri, och givet antagande om ett linjärt förhållande mellan råvaruinsats och förädlingsvärde innebär det att förädlingsvärdet i industrin ökar med upp till 812 miljarder kronor. *Fokus tillväxt* innebär, givet de antaganden som gjorts, att sysselsättningen ökar i skogsbruket, med drygt 22 000. Ifall det ökade rundvirkesutbudet stannar inom landet och förädlas i svensk industri tillkommer ytterligare 23 000 sysselsatta.

Sammantaget innebär således *Fokus mångfald*, i ett hundraårsperspektiv, ett bortfall av värden på mellan 84 och 325 miljarder, beroende på vilket antagande som görs vad gäller virkesförsörjning. Det mest rimliga gällande råvaruförsörjningen är att virkesbortfallet inte kan ersättas i någon större utsträckning med import, vilket skulle innebära att den övre gränsen, 325 miljarder, inte är orimlig. *Fokus tillväxt*, å andra sidan, innebär ett betydande värdetillskott. Effekterna på sysselsättningen i skogssektorn följer samma mönster; *Fokus mångfald* innebär minskat antal sysselsatta, medan *Fokus tillväxt* innebär ett ökat antal sysselsatta, givet de antaganden som gjorts.

Som namnet på scenariot *Fokus mångfald* antyder är ett syfte med de restriktioner det innebär att öka mångfalden i skogen. Bl.a. innebär scenariot en höjning av lägsta avverkningsålder, ökad areal skyddad skog i form av ytterligare avsättningar samt en minskad andel trakthyggesbruk och ökad andel kontinuitetsskogsbruk. Jämfört med dagens skogsbruk innebär det en höjning av ambitionerna för att gynna framförallt biologisk mångfald, men även sociala värden och rennäring. En samhällsekonomisk analys måste naturligtvis, som redan diskuterats, innefatta alla värden, inte bara de som värderas på marknader. *Fokus mångfald* innebär en ökad andel äldre skog (se Skogsstyrelsen 2022a), färre och mindre kalhyggen och mer skyddad skog, jämfört med *Dagens skogsbruk*. Värdet av dessa förändringar ska då i princip ingå i kalkylen. Det är dock en stor utmaning att kvantifiera effekterna på biologisk mångfald, rekreation m.m. och inte minst att värdera dessa effekter. Här konstateras endast att *Fokus mångfald* sannolikt har positiva effekter på biologisk mångfald, rekreation m.m. Något försök att kvantifiera och värdera dessa effekter görs inte i denna studie. I Skogsstyrelsen (2024a) redovisas hur olika naturvårdsvariabler utvecklas i de olika scenarierna, vilka kan ses som indikatorer för utvecklingen av bl.a. biologisk mångfald.⁴³ På mellanlång sikt till år 2050 leder *Fokus mångfald*, enligt Skogsstyrelsen (2022a), till högre värden för samtliga sju undersökta variabler på nationell nivå. *Dagens skogsbruk* leder till högre värden än idag för fyra av de undersökta variablerna. *Fokus tillväxt* leder till lägre nivåer år 2050 för fyra av de sju ingående variablerna (bl.a. gammal skog, skog med viss mängd grova träd). På lång sikt, fram till 2120, blir bilden annorlunda då alla scenarier innebär högre värden för samtliga naturvårdsvärden utom ”äldre lövrik skog”. Intressant att notera är att för *Dagens skogsbruk* redovisas högre värden på samtliga naturvårdsvärden 2120 än för startåret 2020. En övergripande slutsats som kan dras från analysen i Skogsstyrelsen (2022a) är att *Fokus mångfald* uppvisar högre värden på de

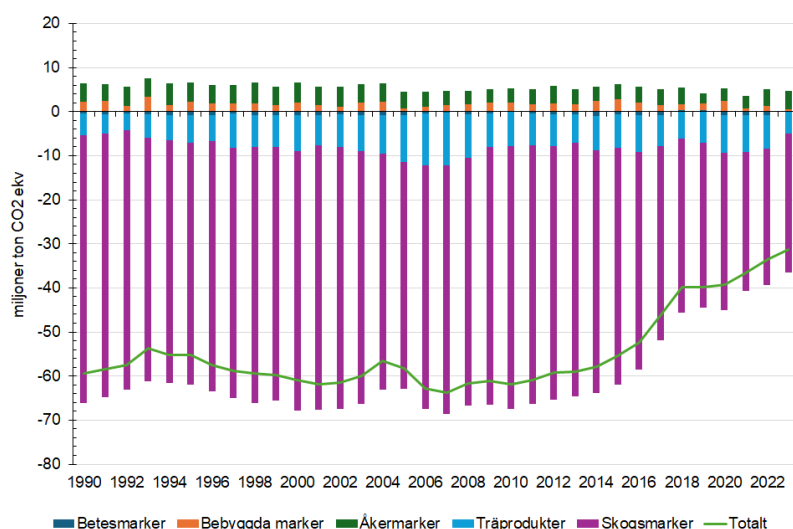
⁴³ De 7 naturvårdsvariabler som undersöks och redovisas är andelen gammal skog, skogens åldersfördelning, andelen äldre lövrik skog, gamla träd och grova träd, död ved (två variabler) och skog med naturtypspotential (Skogsstyrelsen, 2024a).

undersökta naturvårdsvariablerna än *Dagens skogsbruk* och *Fokus tillväxt* på mellanlång sikt. På lång sikt, till år 2120, är detta dock inte lika tydligt. Återigen, att översätta utvecklingen av de redovisade naturvårdsvariablerna till utvecklingen av biologisk mångfald, rekreativvärden m.m. låter sig inte göras på något enkelt sätt.⁴⁴

Som diskuterats inledningsvis är skogen och produkter från skogen av stor betydelse för utvecklingen av de svenska nettoutsläppen av växthusgaser. Levande skog binder koldioxid, och förädlade produkter ersätter fossilbaserade material och bränslen samtidigt som de bidrar till ett ökat kollager. För att förtydliga och synliggöra skogens bidrag måste även dessa nyttor inkluderas i en samhällsekonomisk kalkyl. I nästa avsnitt görs ett försök att kvantifiera skogen och skogssektorns bidrag nettoupptag/utsläpp av koldioxid i de olika scenarierna.

5. Effekter och värde på upptag/utsläpp av koldioxid

Skogen och dess produkter utgör som sagt en stor och viktig sänka för koldioxid, och har därför potential att spela en betydande roll i klimatpolitiken. Skogen och trävaruprodukter ingår i den så kallade LULUCF-sektorn (markanvändningssektorn). Som framgår av figur 5.1 är nettoupptaget i markanvändningssektorn betydande, och den helt dominerande delen utgörs av upptag i skog och träprodukter.



Figur 5.1. Markanvändningssektorn (LULUCF) nettoupptag (summan av utsläpp och upptag) av växthusgaser samt EUs förslag på ökat nettoupptag.⁴⁵

Källa: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-nettoutslass-och-nettoupptag-fran-markanvandning/>

Perioden 1990 till 2016 pendlade det årliga nettoupptaget runt ett medelvärde på cirka 50 miljoner ton. Efter 2016 har dock upptaget minskat trendmässigt och uppgår nu, 2023, till cirka 31 miljoner ton. Det framgår också att minskningen helt kan tillskrivas minskat upptag

⁴⁴ För att kvantifiera effekterna på biologisk mångfald behövs, enligt Skogsstyrelsen (2024a), många fler typer av naturvårdsvariabler och faktorer behöva beaktas inte minst för att täcka in olika specialiserade arters krav på att olika arter har olika krav på livsmiljöer. Vidare beaktas inte rumsliga aspekter, eller populationsdynamiken hos enskilda arter i analysen.

⁴⁵ I figur 4.1 redovisas inte upptag/utsläpp från ”våtmarker” och från ”ej mänskligt påverkad mark” då upptag/utsläpp från dessa är små och står för en mycket liten andel. De ingår dock i totalen. Naturvårdsverkets redovisning av nettoupptag följer IPCC’s riktlinjer, se exempelvis Naturvårdsverket (2020).

från skogsmarker. Den nya LULUCF-förordningen kommer att innebära att upptaget i skog måste öka.⁴⁶ Analysen här beaktar dock inte explicit LULUCF-förordningen, utan fokuserar helt på skillnaden i nettoupptag mellan alternativscenarierna *Fokus mångfald*, *Fokus tillväxt* och *Dagens skogsbruk*.

5.1 Effekter på nettoupptag

För att uppskatta utvecklingen i nettoupptag för scenarierna *Fokus mångfald* och *Fokus tillväxt*, jämfört med *Dagens skogsbruk*, inkluderas förändringar i nettoupptag (eller nettoutsläpp) från fem källor i varje period;⁴⁷ (1) förändring i virkesförråd (nettoupptag i skog, C^{SKOG}), (2) förändring i stocken av träprodukter (nettoupptag i träprodukter, C^{TP}), (3) förändring i momentan avgång av CO₂ från avverkad biomassa, exempelvis biobränsle och kortlivade skogsprodukter (nettoutsläpp biomassa, C^{BIO}), (4) förändring av utsläpp som följd av att biomassa (GROT) ersätter fossila bränslen, C^{FOSSIL} , (5) förändringar som en följd av materialsubstitution, exempelvis om trä ersätter cement, C^{MAT} . Det sammantagna nettoupptaget i respektive scenario kan då skrivas som:⁴⁸

$$C^{TOT_SR} = C^{SKOG} + C^{TP} + C^{BIO} + C^{FOSSIL} + C^{MAT}$$

Ekvationen ovan bygger på antagandet att användningen av biomassan inte är koldioxidneutral, vilket den naturligtvis inte heller är på kort och medellång sikt med tanke på skogens omloppstid. På lång sikt är det dock rimligt att anta att biomassan är koldioxidneutral då den ingår i ett kretslopp.⁴⁹ Givet detta kan det långsiktiga upptaget skrivas som:

$$C^{TOT_LR} = C^{SKOG} + C^{FOSSIL} + C^{MAT}$$

Givet beräkningsmetodiken och de antaganden som redogörs för i detalj i appendix A redovisas skillnaden i totalt nettoupptag per år mellan alternativscenarier och referensscenarier i figur 5.2 och 5.3. Nettoupptaget i figur 5.2 och 5.3 är det som benämns långsiktigt, dvs. då det skogliga kretsloppet beaktas. De orangea linjerna inkluderar material- och energisubstitution, medan de blå linjerna är nettoupptag när materialsubstitution exkluderas.

Som framgår av figur 5.2 innebär *Fokus mångfald*, jämfört med *Dagens skogsbruk*, ett positivt nettoupptag av koldioxid de närmaste 40 till 50 åren. Hur stort nettoupptaget blir beror på om materialsubstitution leder till minskade utsläpp eller inte. För den senare delen av perioden är dock nettoupptaget i *Fokus mångfald*, jämfört med *Dagens skogsbruk*, negativt oavsett vad som antas gällande effekten av materialsubstitution. Sett över hela 100-årsperioden innebär *Fokus mångfald* ett negativt nettoupptag på 600 och 1200 ton CO₂, eller ca 6-12 miljoner ton per år i genomsnitt, jämfört med *Dagens skogsbruk*. Om tidshorisonten

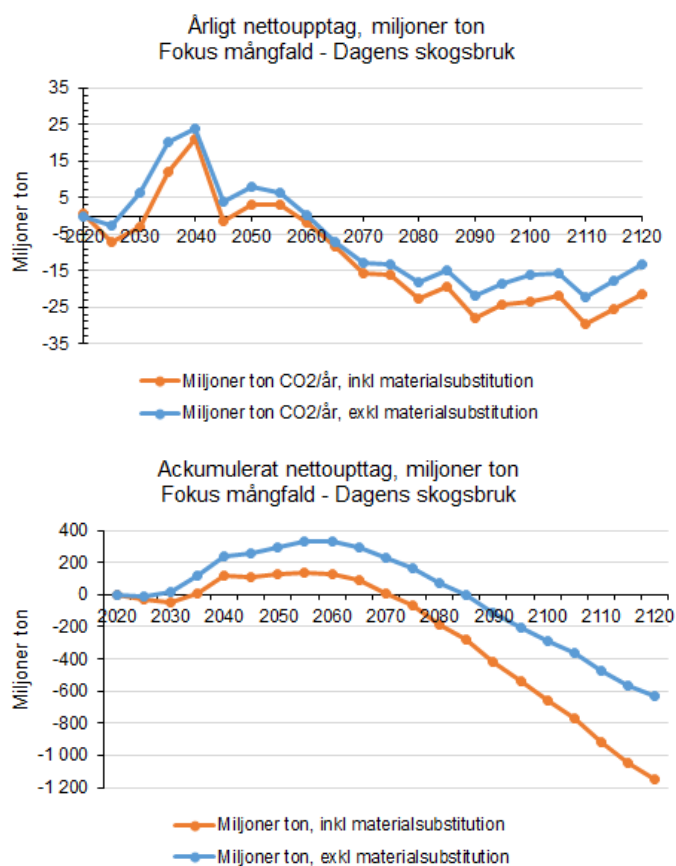
⁴⁶ Den nya LULUCF-förordningen inom EU innebär för Sveriges del att nettoupptaget måste öka fram till 2030, sannolikt med minst 4 miljoner ton, dvs. med cirka 15%. Se SOU 2025:1 för detaljer kring förordningen och de åtaganden som Svensk LULUCF-sektor ställs inför.

⁴⁷ Detta motsvarar inte alla kolpooler i LULUCF då markkol, död ved och biomassa under jord saknas. Detta spelar dock förmodligen inte någon större roll här eftersom det är skillnaderna mellan scenarierna som är i fokus och då är det levande biomassa och poolen med skogsprodukter (HWP) som är av störst betydelse.

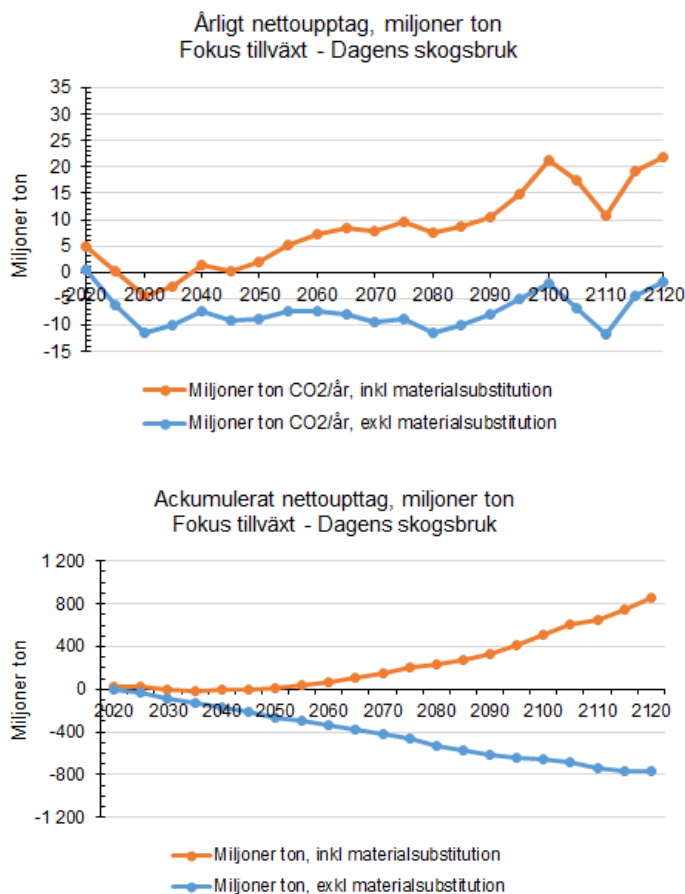
⁴⁸ En detaljerad redovisning av hur nettoupptagen beräknats ges i appendix A. Redovisningen avser upptag/utsläpp från svenska källor, och inkluderar inte förändringar av utsläpp från andra länder på grund av så kallat koldioxidläckage. Redovisningen här motsvarar inte alla kolpooler i LULUCF.

⁴⁹ För en mer ingående diskussion kring detta se Searchinger et.al. (2009), Cherubini et al. (2011), Lundgren och Marklund (2011), Brännlund et.al. (2012).

sträcker sig till år 2045, exempelvis, innebär *Fokus mångfald* ett positivt nettoupptag på ca 110-250 miljoner ton, eller cirka 5 till 12 miljoner ton per år i genomsnitt, jämfört med *Dagens skogsbruk*. Med andra ord har val av tidshorisont relativt stor betydelse. På grund av skogens långa omloppstid är det rimligt att den tidshorisont analysen bygger på också är lång. Om vi väljer en relativt kort tidshorisont, exempelvis 2045 eller 2060, och utifrån den positiva klimatnytta det synes leda till och sköter skogen enligt *Fokus mångfald* så får det konsekvenser på hur skogen utvecklas på lång sikt. Här innebär det en långsiktigt lägre tillväxt och förändrad sammansättning som sammantaget leder till att skogen sett över hela perioden kommer att binda mindre koldioxid.



Figur 5.2. Nettoupptag av koldioxid från svensk skog, inklusive och exklusive materialsubstitution. Skillnad mellan *Fokus mångfald* och *Dagens skogsbruk*. Övre diagram, nettoupptag per år, Nedre diagram, ackumulerat nettoupptag.
Källa: Egen konstruktion baserat på SKA 22.



Figur 5.3. Nettoupptag av koldioxid från svensk skog, inklusive och exklusive materialsubstitution. Skillnad mellan *Fokus tillväxt* och *Dagens skogsbruk*. Övre diagram, nettoupptag per år, Nedre diagram, ackumulerat nettoupptag.

Källa: Egen konstruktion baserat på SKA 22.

I figur 5.3 redovisas skillnaden i nettoupptag mellan *Fokus tillväxt* och *Dagens skogsbruk*. Som framgår av figur 5.3 är det av avgörande betydelse för klimatnyttan vad som antas om effekterna på upptag till följd av materialsubstitution. *Fokus tillväxt* innebär en relativt stor ökning av råvaruuttaget (till följd av ökad tillväxt i skogen), vilket i sin tur innebär en relativt stor ökning av materialsubstitution. Ifall materialsubstitutionen leder till minskade utsläpp (från stål, cement, m.m) blir konsekvensen att det ackumulerade nettoupptaget ökar med drygt 800 miljoner ton, jämfört med *Dagens skogsbruk*, eller 8 miljoner ton per år i genomsnitt. Ifall materialsubstitution inte leder till minskade utsläpp blir nettoupptaget negativt, jämfört med *Dagens skogsbruk*, i genomsnitt 8 miljoner ton per år eller cirka 800 miljoner ton sett över hela 100 års perioden. *Fokus tillväxt* innebär således, jämfört med *Dagens skogsbruk*, att upptaget i den levande skogen minskar.

Koldioxidläckage

Beräkningarna av nettoupptaget ovan beaktar inte att förändrad aktivitet i svenskt skogsbruk och/eller skogsindustri kan få återverkningar på skogsbruk och skogsindustri i andra länder, och därmed förändringar i upptag/utsläpp i dessa länder som helt eller delvis förtar eller förstärker den direkta effekt som är följden av förändringen i Sverige. Ersätter industrin svensk råvara, till följd av minskad avverkning, med råvara från andra länder får det effekter på nettoupptaget i dessa länders skogar. Kan man inte ersätta svensk råvara och i stället drar

ner på produktionen i svensk skogsindustri ersätts med stor sannolikhet den svenska produktionsminskningen med ökad produktion i andra länder, vilket kräver motsvarande mängd skogsråvara. Båda fallen innebär att den nettoupptagsökning eller minskning som sker i Sverige på grund av förändrat skogsbruk delvis eller helt motverkas av förändringar i nettoupptag i andra länder. Eftersom klimatproblemet är globalt, dvs. det spelar ur klimatsynpunkt ingen roll var upptag eller utsläpp sker, kan det inte uteslutas att ett förändrat skogsbruk med ökat nettoupptag i svensk skog får liten eller ingen effekt på globalt upptag/utsläpp.⁵⁰ Den här typen av indirekt effekt på upptag/utsläpp brukar benämnas ”koldioxidläckage”.⁵¹ Att oron för koldioxidläckage i allmänhet som en följd av nationell eller regional klimatpolitik är reell understryks av det faktum att EU-kommissionen har sammanställt listor på särskilt utsatta sektorer.⁵² Det är också i skenet av detta man skall se den gränsjusteringsmekanism för koldioxid (CBAM) som införts i EU.⁵³ CBAM innebär i princip att vissa importerade varor (bl.a. stål och cement) beläggs med en klimattull ifall exportlandet inte prissatt koldioxid i samma utsträckning som inom EU-ETS.

Frågan är då om de förändringar som *Fokus mångfald* och *Fokus tillväxt* innebär ger upphov till läckageeffekter av den här typen, och i så fall till vilken grad. En litteraturgenomgång i Lundmark (2022) ger vid handen att avverkningsminskningar i ett givet land (eller geografiskt område) ger upphov till läckageeffekter. Dock visar genomgången en stor spridning vad gäller storleksordning, beroende inte minst på metod- och modellval. De studier som kanske är mest relevanta från ett svenskt perspektiv är två norska studier. I den ena (Kallio och Solberg, 2018) uppskattas läckageeffekten av en norsk avverkningsminskning, på 10, respektive 30 och 50 procent, till mellan 60 och 100 procent. I den andra studien (Kallio m.fl., 2018) uppskattas läckageeffekten av en minskad avverkning med 20 procent inom EU+Norge till 79 procent. Med andra ord är läckageeffekten betydande. I Lundmark (2022) görs simuleringar av läckageeffekten från minskad avverkning i Sverige med hjälp av en partiell jämviktsmodell som bl.a. bygger på antaganden om efterfråge- och utbudselasticiteter för rundvirke, och graden av substituerbarhet mellan inhemskt och importerat rundvirke. Läckageeffekten som beräknas är avverkningsläckaget, dvs. hur stor del av den minskade avverkningen i Sverige som ersätts av ökad avverkning i andra länder. Det kan inte uteslutas att det beräknade läckaget underskattar eller överskattar det totala läckaget eftersom modellen inte fångar upp eventuella återverkningar på marknader för skogsprodukter (trävaror, massa och papper) på ett fullständigt sätt. Givet de antaganden som gjorts av efterfråge- och utbudselasticiteter, och substituerbarhet visar simuleringsresultaten att avverkningsläckaget är 24, 53 och 72 procent för sågtimmer, massaved och brännved. Tolkningen är att om sågtimmerutbudet respektive massavedsutbudet i Sverige minskar med säg 1 kubikmeter vardera ökar utbudet av sågtimmer respektive massaved i andra länder med 0,24 respektive 0,53 kubikmeter.

Sammantaget visar litteraturgenomgången och simuleringsresultaten i Lundmark (2022) att det sannolikt uppstår en så kallad läckageeffekt av en förändring som leder till förändrad avverkningsnivå i Sverige. Vidare kan man nog slå fast att det råder stor osäkerhet om hur

⁵⁰ Det går heller inte utesluta att den globala climateffekten blir negativ.

⁵¹ Det finns en omfattande litteratur om läckageeffekter, såväl teoretisk som empirisk. En bra genomgång finns i Lundmark (2022). Effekten på upptag/utsläpp på grund av att materialsubstitution begränsas på grund av att de material (stål, cement) som trävaror ersätter ingår i EU-ETS kan också sägas vara en ”läckageeffekt”.

⁵² https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661

⁵³ <https://www.regeringen.se/artiklar/2023/06/gransjusteringsmekanismen-for-koldioxid-cbam-har-tratt-i-kraft/>

stor den är. Studier från Norge visar att den kan uppgå till så mycket som 100 procent (Solberg, 2018). De simuleringsresultat för Sverige som redovisas i Lundmark (2022) visar på lägre siffror, mellan 27 och 72 procent, beroende på virkessortiment. På grund av den osäkerhet som finns kring storleken och frågans komplexitet har jag här valt att inte inkludera eventuella läckageeffekter explicit i kalkylen, utan i stället föra kvalitativa resonemang vad det kan implicera.

För att inkludera förändringar av nettoupptag i kalkylen och möjliggöra en jämförelse med de ekonomiska värdena behöver förändringarna i nettoupptag värderas i kronor. I nästa avsnitt diskuteras dels hur en sådan värdering kan göras, dels vilket värdet som antas.

5.2 Värdering av nettoupptag

Koldioxid kan i princip värderas på två olika sätt.⁵⁴ Det första, och som många ser som det korrekta ur ett välfärdsteoretiskt perspektiv, är att värdera eller prissätta koldioxid utifrån den skada som uppkommer om atmosfären tillförs ytterligare ett ton koldioxid. Att uppskatta värdet av (minskade) utsläpp på detta sätt är naturligtvis inte enkelt eftersom det krävs en hel kedja av antaganden och information. Hur förändras klimatet av ytterligare utsläpp? Hur påverkar klimatförändringen jord- och skogsbruk, industrier, mortalitet, kostnader för kylning, m.m., inte bara nu utan även långt in i framtiden? Icke desto mindre har det gjorts en mängd uppskattningar med mycket varierande resultat. I en översikt från 2011 (Tol, 2011) som bygger på ett stort antal studier finner man ett genomsnittsvärde på ca 140 kr per ton CO₂, men med en mycket stor variation. I senare studier finner man högre värden. Nordhaus (2017) uppskattar skadekostnaden till ca 310 kr per ton, och i en relativt ny studie, Rennert et.al. (2022) som baseras på ny probabilistisk metodik uppskattas förväntad skadekostnad till 800 kr per ton vid 3 procents diskonteringsränta och 1 850 kr per ton vid 2 procents ränta, men med stor variation kring dessa värden.⁵⁵ Men som sagt, det är förknippat med mycket stora utmaningar att uppskatta värdet på detta sätt.⁵⁶ I de flesta studier av detta slag är det den globala skadekostnaden som uppskattas. Men olika regioner och länder kommer att påverkas olika mycket av förklarliga skäl. I Tol (2019) uppskattas skadekostnaden för enskilda länder, och resultaten visar ett tydligt mönster i det att skadekostnaden är starkt korrelerad med inkomst per capita. Exempelvis är skadekostnaden för ytterligare 1 ton koldioxid i atmosfären cirka 15 gånger högre i Indien än i EU.

En annan metod för värdering av förändringar i växthusgasutsläpp, som har använts av många länder, är att värdera utsläppsförändringar till den marginella reduktionskostnaden för att uppnå ett givet mål. För svensk del, exempelvis, skulle det innebära att den svenska koldioxidskatten utgör värdet, ifall skatten är tänkt att styra så att målet för den svenska ESR-

⁵⁴ Se exempelvis Smith and Braathen (2015), Brännlund (2008) och/eller Mandell (2011) för en genomgång av olika värderingsansatser.

⁵⁵ Alla dessa studier uppskattar värdet i US dollar. Växelkursen 10 kr per dollar har använts för att översätta värdena till svenska kronor.

⁵⁶ Det vanligaste ”verktyget” för att uppskatta skadekostnaden på detta sätt är att använda modeller som tar både ekonomin och effekter av utsläpp i beaktande på ett konsistent sätt i en så kallad ”integrerad utvärderingsmodell”. Den mest kända modellen är DICE-modellen, som utvecklats av Nobelpristagaren William Nordhaus (se exempelvis Nordhaus, 2017). Den här typen av modeller har kritiserats på olika punkter, och många menar att de underskattar skadekostnaden (se exempelvis Stern, 2007, Pindyck, 2019).

sektorn nås.⁵⁷ Priset på utsläppsrätter inom det europeiska utsläppshandelssystemet EU ETS är ett annat exempel på hur ett sådant värde kan sättas. Det bör noteras att ett ”skuggpris” enligt denna princip inte nödvändigtvis är det korrekta ur ett strikt välfärdsteoretiskt perspektiv då det inte är säkert att det speglar den sanna skadekostnaden.

Beräkningarna i denna rapport utgår i princip från marginalkostnadsansatsen (”skuggprisansatsen”), dvs. det skuggpris som baseras på klimatpolitiska beslut. Två alternativa värden har valts. Det ena är ett ”låg” pris, 500 kr per ton CO₂, som motsvarar det genomsnittliga priset på utsläppsrätter i det europeiska utsläppshandelssystemet EU ETS de senaste fyra åren (2021-2024). Det andra är ett ”hög” pris, 1 200 kr per ton, som motsvarar priset på utsläppsrätter i mars 2023, vilket är det hittills högsta priset som observerats.⁵⁸ Det är också ett värde som är i paritet med den svenska koldioxidskatten.

Givet dessa antaganden redovisas nuvärdet för de kommande åren 100 årens nettoupptag, inklusive och exklusive materialsubstitution, i tabell 5.1.

Någon explicit uppskattning av läckageeffekten har inte gjorts på grund av alltför stor osäkerhet. Dock är det rimligt att tro, vilket litteraturgenomgången i Lundmark (2022) visar, att det finns en läckageeffekt i så måtto att minskad (ökad) avverkning i Sverige leder till ökad (minskad) avverkning i andra länder. En implikation av detta är att den avverkningsminskning som sker i *Fokus mångfald* sannolikt leder till ökade avverkningar någon annanstans, vilket har effekter på upptaget där, sannolikt negativa. Läckageeffekten i *Fokus tillväxt* är förmodligen den omvända. Scenariot innebär ökad avverkning, vilket sannolikt leder till minskad avverkning någon annanstans, vilket i sin tur sannolikt leder till ökat upptag i dessa länder. Återigen, här har vi valt att inte försöka kvantifiera dessa effekter på grund av den komplexitet det innebär.

Sammantaget visar tabell 5.1 att *Fokus mångfald* innebär ett negativt nettoupptag, jämfört med *Dagens skogsbruk* i det fall materialsubstitution inkluderas. Nuvärdet för de kommande 100 åren är i intervallet minus 40 - 96 miljarder kronor, beroende på vilket värde på koldioxid som antas. Exkluderas materialsubstitution, vilket inte är orimligt med tanke på att den största delen av det material som ersätts produceras inom EU ETS, blir nettoupptaget positivt med ett nuvärde på 28 till 66 miljarder kronor. Som diskuterats finns det med största sannolikhet en läckageeffekt i så måtto att minskad/ökad avverkning i Sverige leder till ökad/minskad avverkning i andra länder, vilket sannolikt leder till minskat/ökat upptag i de andra länderna. Det skulle innebära att nuvärdet 28 till 66 miljarder i fallet när materialsubstitution exkluderas är en överskattning av den faktiska klimatnyttan, och att det negativa värdet i fallet med materialsubstitution är en underskattning.⁵⁹

Fokus tillväxt visar ett omvänt resultat. Scenariot innebär kraftigt ökad avverkning vilket påverkar utvecklingen av virkesförrådet på ett sätt som minskar upptaget i den levande skogen, jämfört med *Dagens skogsbruk*. Å andra sidan innebär den ökade avverkningen att mer fossilbaserat material kan ersättas, vilket bidrar till ökat nettoupptag. Ifall materialsubstitution leder till minskade utsläpp ser vi att den senare effekten dominerar över

⁵⁷ I ESR-sektorn ingår de utsläppskällor som inte är en del av EU ETS, exempelvis transport- och bostadssektorn.

⁵⁸ Historiska och aktuella priser på utsläppsrätter finns här: <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>

⁵⁹ Med klimatnytta avses här effekt på globala utsläpp.

den första, vilket implicerar en positiv klimatnytta (om vi bortser från läckage). Exkluderas materialsubstitution blir klimatnyttan negativ, av det skäl som nämnts. Läckageeffekten skulle i detta fall innebära att klimatnyttan förstärks i fallet med materialsubstitution, och att den negativa klimatnyttan i fallet då materialsubstitution exkluderas mildras.

Tabell 5.1: Nuvärde av CO₂-upptag, jämfört med Dagens skogsbruk. 3 procents ränta, miljoner kr.

	Fokus mångfald – Dagens skogsbruk		Fokus tillväxt – Dagens skogsbruk	
Pris CO ₂	500 kr/ton	1 200 kr/ton	500 kr/ton	1 200 kr/ton
0 % läckage Inkl mat.subst	-40 000	-96 000	52 114	125 073
0 % läckage Exkl mat.subst	27 600	66 200	-110 000	-264 000

6. Summa värden

I avsnitten ovan har beräkningar av olika värden kopplade till de olika scenarierna presenterats. I detta avsnitt uppsummeras dessa värden i syfte att få en helhet. Notera att de värden som presenteras är i jämförelse med scenariot *Dagens skogsbruk*. Dagens skogsbruk är därför det valda referensscenariot. Det hade förstås varit möjligt att välja något annat av scenarierna som referensscenario, men eftersom *Dagens skogsbruk* kan tolkas som vad som händer om inget görs (business as usual) känns det mest relevant. De värden som presenteras nedan inkluderar inte någon läckageeffekt, varför de ska tolkas med försiktighet. Som påpekats ett flertal gånger är det mycket sannolikt att förändringar i svenskt skogsbruk som leder till förändringar i avverkningar får effekter på avverkningar i andra länder, men även på var skogsprodukter produceras.

Summeringen av resultaten redovisas i tabell 6.1.

Som framgår av tabell 6.1 innebär *Fokus mångfald* en nettokostnad, jämfört med *Dagens skogsbruk*, även då hänsyn tas till förändringen i nettoupptag av koldioxid. Scenariot innebär visserligen en positiv klimatnytta de första 30 - 40 åren beroende på en uppbyggnad av virkesförrådet. Denna positiva klimateffekt motverkas dock av att den minskade avverkningen leder till minskad materialsubstitution. Men även om materialsubstitution exkluderas minskar klimatnyttan och blir negativ under den senare delen av 100-årsperioden. Storleken på nettokostnaden är starkt avhängig industrins virkesförsörjning. Kan inte industrin ersätta virkesbortfallet med import (0% import) är kostnaden för samhället mer än dubbelt så hög än ifall industrin kan ersätta bortfallet fullt ut och till samma pris (100% import), vilket framgår av den fullständiga tabellen i appendix B. Sammanfattningsvis, givet de antaganden som gjorts innebär *Fokus mångfald* en nettokostnad i intervallet 18 till 421 miljarder kronor (se appendix B), i termer av nuvärde och en ränta på 3%. Den nedre gränsen på kostnaden, 18 miljarder kr, avser fallet när hela virkesbortfallet kan ersättas med importerad råvara till samma pris och där de skogsprodukter som produceras inte leder till lägre utsläpp genom materialsubstitution. Som diskuterats är detta inte något sannolikt scenario, framförallt beroende på att importmöjligheterna är begränsade.

Fokus tillväxt, å andra sidan, innebär en nettovinst för samhället. Med de antaganden som gjorts i tabell 6.1 innebär scenariot en nettovinst, i termer av nuvärde, på mellan 212 och 601 miljarder kronor. Det nedre värdet i intervallet fås när det antas att den materialsubstitution som de ökade avverkningarna i scenariot ger upphov till inte leder till minskade utsläpp av koldioxid, medan det övre värdet inkluderar minskade utsläpp på grund av materialsubstitution. Som framgår av tabell 6.1 är *Fokus tillväxt* mer lönsamt än *Dagens skogsbruk* även i det fall då materialsubstitution inte leder till minskade utsläpp. *Fokus tillväxt* är olönsamt, relativt *Dagens skogsbruk*, endast i det fall där svenska skogsägare kan köpa och sälja rundvirke i obegränsade mängder till ett givet pris, samtidigt som det inte finns någon klimatnytta av materialsubstitution (se appendix B). Anledningen till det är i huvudsak att skogsindustrin inte kan dra nytta av ett ökat virkesutbud samt att nettoupptaget i skogen minskar, jämfört med *Dagens skogsbruk*.

Som framgår av tabell 6.1 är skillnaden i virkes- eller skogsbruksvärde avhängigt priset på rundvirke och avverkningkostnad. Här har antagits att pris och avverkningkostnad de kommande 100 åren är lika med genomsnittspriset för perioden 2000 till 2024. Historiskt har det dock varit en positiv tillväxt i det reala priset. Perioden 2000-2024 ökade rotnettet på sågtimmer och massaved med i genomsnitt 1,8 respektive 3,5 procent per år.⁶⁰ Antas samma prisutveckling de kommande 100 åren innebär de värden som presenteras här en underskattning, dvs. värdeförlusten i *Fokus mångfald* och värdetillskottet i *Fokus tillväxt* underskattas. Om den reala prisförändringen de kommande 100 åren förändras i samma takt som perioden 2020-2023, 0,3% respektive 2,2% per år för sågtimmer och massaved, blir tappet i virkesvärde i *Fokus mångfald* (nuvärde) 141 miljarder, vilket kan jämföras med värdet i tabell 6.1 på 83 miljarder. Motsvarande värdetillskott i *Fokus tillväxt* är 384 miljarder, vilket kan jämföras med tillskottet på 200 miljarder under antagandet om konstant pris som redovisas i tabell 6.1.

Fördelningen av förändringen av virkesvärde i olika regioner beror dels på hur avverkningsnivån förändras i olika landsdelar och i de olika scenarierna dels på hur virkespriser och avverkningskostnader utvecklas regionalt. Ett mycket grovt sätt att uppskatta regionala effekter är se hur respektive regions andel av avverkningarna förändras i *Fokus mångfald* och *Fokus tillväxt*, relativt *Dagens skogsbruk*. Gör man det finner man att Norra- och Södra Norrlands andel av totala avverkningar ökar i både *Fokus mångfald* och *Fokus tillväxt*. Det betyder att i *Fokus mångfald* minskar avverkningarna mindre i Norrland än i resten av landet, procentuellt sett. Den största förändringen sker i Svealand vars andel minskar i båda scenarierna, jämfört med *Dagens skogsbruk*. Sammantaget kan man säga att det antyder att skogsägare i Svealand förlorar mer, relativt sett, i *Fokus mångfald* och vinner mindre i *Fokus tillväxt* än skogsägare i andra delar av landet. Detta bör dock tolkas med stor försiktighet av många skäl. Bland annat bygger det på antagandet att prisutvecklingen är densamma i alla landsdelar.

Som diskuterats är det sannolikt att det uppstår läckageeffekter till följd av förändrad avverkning i andra länder och förändrade produktionsmönster av skogsprodukter, vilket inte inkluderats i beräkningarna ovan. Dock implicerar förekomsten av läckageeffekter att

⁶⁰ Utesluts 2024, som innebar en stor prishöjning, blir den årliga tillväxten i sågtimmer och massavedspris 0,3 respektive 2,2 procent.

nettoupptaget av koldioxid i *Fokus mångfald* blir än mer negativt än vad som redovisas i tabell 6.1 eftersom de lägre avverkningarna i scenariot sannolikt balanseras helt eller delvis av ökade avverkningar i andra länder. I *Fokus tillväxt* kan man förvänta sig det omvända. Ökad avverkning i svenska skogar balanseras av minskad avverkning i skogar utanför Sverige.

Tabell 6.1. Nuvärde av alternativa skogsbruksscenarier, jämfört med referensscenario. 3 procents ränta, miljoner kronor. FV = förädlingsvärde.⁶¹

	Fokus mångfald - Dagens skogsbruk	Fokus tillväxt - Dagens skogsbruk
Virkesvärde, Alt 1	-83 828	200 970
Virkesvärde, Alt 2	-110 371	262 552
FV industri, 100% import	0	0
FV industri, 50% import	-107 236	274 891
FV industri, ingen import	-214 472	549 781
Summa, Alt 1, 100% import/export	-83 828	200 970
Summa, Alt 2, 100% import/export	-110 371	262 552
Summa, Alt 1, 50% import/export	-191 064	475 861
Summa, Alt 2, 50% import/export	-216 986	537 443
Summa, Alt 1, 0% import/export	-298 300	750 751
Summa, Alt 2, 0% import/export	-324 842	812 333
Värde nettoupptag, inkl mat.subst.	-96 000	125 000
Värde nettoupptag, exkl mat.subst	66 200	-263 900
Summa, Alt 1, 50% import, inkl mat.subst.	-287 064	600 861
Summa, Alt 1, 50% import, exkl mat.subst.	-124 864	211 961

Slutligen bör det poängteras att skogen bidrar med många andra nyttor än virkesråvara och bindning av koldioxid, vilket inte beaktats och värderats i denna studie. Det går inte att utesluta att alternativscenarierna har betydande positiva effekter på skogens biodiversitet, rekreationsvärden, m.m., och att dessa värden därför medför att alternativscenarierna blir mer eller mindre lönsamma ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.⁶² Scenariot *Fokus mångfald* har designats just i syfte att gynna skogens variation och mångfald och den kostnad som redovisas här för det scenariot kan därför möjligen ses som det prislappen för att få denna skogliga mångfald.

7. Sammanfattande slutsatser

Rapportens syfte är dels att beskriva skogsbrukets och skogsnäringens betydelse för svensk ekonomi, dels att analysera och redogöra för möjliga samhällsekonomiska konsekvenser av

⁶¹ Summan i de två sista raderna är summan i det fall skogsråvaran, rundvirket, värderas med rotpostpriset (Alt 1), och hälften av råvaruförändringen importerar/exporteras (FV industri, 50% import). Skillnaden mellan näst sista och sista raden är att i näst sista raden inkluderas materialsubstitution medan det exkluderas i sista raden. En komplett tabell med summor för samtliga alternativ finns i appendix B.

⁶² Se Brännlund m.fl. (2012) för en utförligare diskussion och en mycket grov uppskattning av skogens rekreationsvärden.

olika scenarier för hur den svenska skogen sköts de närmaste 100 åren. Olika scenarier leder till olika utveckling av tillväxt, virkesförråd och möjliga avverkningsnivåer, vilket i sin tur har direkta och indirekta effekter av privatekonomisk (marknads) karaktär, men även effekter på markanvändningssektorns påverkan på nettoutsläpp av växthusgaser. Inte minst det senare har varit i fokus senare år. Rapporten syftar härmed till att belysa möjliga samhällsekonomiska konsekvenser av en förändrad nationell skogspolitik, men är också kopplad till den nya LULUCF-förordningen.

Huvudresultaten från analysen kan sammanfattas i följande punkter:

- Skogen och skogsindustrin har och har haft stor betydelse för svensk ekonomi. Dess betydelse för den nationella ekonomin, i termer av förädlingsvärde och sysselsättning, har dock minskat de senaste 20-30 åren.
- Skogen och skogsindustrin har fortfarande stor betydelse regionalt och lokalt. Ett tydligt mönster är att län med relativt gles (och liten) befolkning tenderar vara mer beroende av skogsbruk och skogsindustri än mindre glesbebyggda län.
- Med rimliga antaganden innebär *Fokus mångfald* en nettokostnad i termer av nuvärde i intervallet 125 till 287 miljarder kronor, även då hänsyn tas till förändringen i nettoupptag av koldioxid.
- *Fokus mångfald* innebär en positiv klimatnytta de första 30 - 40 åren beroende på en uppbyggnad av virkesförrådet. Denna positiva klimateffekt motverkas dock av att den minskade avverkningen leder till minskad materialsubstitution.
- Även om materialsubstitution exkluderas innebär *Fokus mångfald* att skogens klimatnytta minskar och blir negativ under den senare delen av 100-års perioden.
- Storleken på nettokostnaden i *Fokus mångfald* är starkt avhängig industrins virkesförsörjning. Kan inte industrin ersätta virkesbortfallet med import (0% import) är kostnaden för samhället mer än dubbelt så hög än ifall industrin kan ersätta bortfallet fullt ut och till samma pris.
- Förekomsten av läckageeffekter implicerar att nettoupptaget i *Fokus mångfald* förstärks negativt eftersom de lägre avverkningarna i scenariot sannolikt balanseras helt eller delvis av ökade avverkningar i andra länder.
- *Fokus tillväxt* innebär en nettovinst i form av ökat nuvärde på mellan 211 och 601 miljarder kronor i nuvärde, beroende om effekterna av materialsubstitution inkluderas eller inte.
- *Fokus tillväxt* är olönsamt endast i det fall där svenska skogsägare kan köpa och sälja rundvirke i obegränsade mängder till ett givet pris, samtidigt som det inte finns någon klimatnytta av materialsubstitution.
- Förekomsten av läckageeffekter innebär sannolikt att nettoupptaget i *Fokus tillväxt* förstärks positivt eftersom ökad avverkning i svenska skogar balanseras av minskad avverkning i skogar utanför Sverige.

Vidare bör det poängteras att skogen bidrar med många andra nyttor än virkesråvara och bindning av koldioxid, vilket inte beaktats och värderats i denna studie. Det går inte att utesluta att alternativscenarierna har betydande positiva effekter på skogens biodiversitet, rekreativvärden, m.m., och att dessa värden därför medför att alternativscenarierna blir mer eller mindre lönsamma ur ett samhällsekonomiskt perspektiv.⁶³ Scenariot *Fokus mångfald* har designats just i syfte att gynna skogens variation och mångfald och den kostnad som redovisas här för det scenariot kan därför möjligen ses som det prislappen för att få denna skogliga mångfald.

Slutligen, analysen bygger på en rad antaganden som vart och ett är mer eller mindre osäkra och av naturliga skäl innebär förenklingar av verkligheten. Resultaten bör därmed tolkas därefter. Det kanske mest betydelsefulla antagandet är att de avverkningnivåer som de olika scenarierna ger upphov till inte är resultatet av något marknadsutfall, utan en mer eller mindre grov framskrivning av dagens avverkningsintensitet. Förändrade beteenden, nya produkter, utvecklingen av den gröna omställningen, med mera, kommer att påverka såväl skogsägares val att avverka och investera i skogsbruket som konsumenters efterfrågan efter skogsprodukter vilket sammantaget kan leda till en helt annan utveckling än det som beskrivs i scenarierna.

⁶³ Se Brännlund m.fl. (2012) för en utförligare diskussion och en mycket grov uppskattning av skogens rekreativvärden.

Appendix A.

Nedan redogörs för hur nettoupptaget av koldioxid beräknats för de olika scenarierna.

Nettoupptag i skog:

Nettoupptaget i levande skog beräknas som förändringen i virkesförråd från en period till nästa, dvs:

$$\Delta C_t^{SKOG} = \alpha \cdot (V_t - V_{t-1}) , \quad (1)$$

Där V är virkesförråd (som beror tillväxten i skogen och uttaget). Parametern α konverterar den enhet vi mäter skog i till koldioxid, $\alpha = 1$. Sammantaget betyder det att om virkesförrådet ökar med en m3sk då ökar C^{SKOG} med ett ton, dvs. nettoupptaget av CO₂ i levande skog ökar med ett ton.

Nettoupptag i träprodukter:

Stocken av långlivade träprodukter kan skrivas som:

$$S_t^{TP} = \gamma \cdot h_t^T + (1 - \delta) \cdot S_{t-1}^{TP} ,$$

γ = andel av timmeruttaget som byggs in i långlivade träprodukter, antas till 0.9, dvs. 90 procent av timmeruttaget byggs in i långlivade produkter.

δ = deprecieringsfaktor för träprodukter (1 kortlivat, 0 lever för evigt), antas till 0.1.

Nettoupptaget i träprodukter kan då skrivas som:

$$\Delta C_t^{TP} = \alpha \cdot (S_t^{TP} - S_{t-1}^{TP}) \quad (2)$$

Nettoupptag i kortlivade träprodukter:

Stocken av kortlivade träprodukter kan skrivas som:

$$S_t^{KL} = (1 - \gamma) \cdot h_t^T + h_t^M - (1 - \lambda) \cdot S_{t-1}^{KL}$$

$1 - \gamma$ = andel av timmeruttaget som används i kortlivade träprodukter.

$1 - \lambda$ = deprecieringsfaktor för kortlivade produkter, antas till 0.1.

h^M = uttag av massaved (kortlivat).

$$\Delta C_t^{BIO} = \alpha \cdot (S_t^{KL} - S_{t-1}^{KL} - h_t^{GROT}) \quad (3)$$

h^{GROT} = uttag av grenar, bark och barr för energiändamål.

Materialsubstitution:

Förutom att avverkad biomassa lagras in i träprodukter av olika slag så ersätter den material där fossil energi ingår i tillverkningsprocessen (cement och stål exempelvis). Studier från Sverige, Finland och Österrike pekar på att varje kubikmeter avverkad skog leder till mellan 500 och 800 kg minskade utsläpp från fossila bränslen.⁶⁴

⁶⁴ Lundmark, T. et.al (2014), Hurmekoski, E. et.al (2020), Braun, M. et.al (2016).

$$C_t^{MAT} = \beta \cdot (h_t^T + h_t^M), \quad (4)$$

β = ton CO₂ per kubikmeter avverkad skog, antas till 500 kg CO₂ per m³sk.

Hur stor den faktiska klimatnyttan blir, i termer av minskade globala utsläpp, är dock högst osäker, men sannolikt betydligt lägre än vad som ges av ekvation (4). Skälet är att produktion av bl.a. stål och cement ingår i det europeiska handelssystemet EU-ETS. Det betyder i praktiken att om stål och/eller cement ersätts av trävaror frigörs utsläppsrätter till andra verksamheter vilket i slutändan innebär att utsläppen inte påverkas av materialsubstitution.⁶⁵

Energisubstitution:

Den GROT som tas tillvara antas ersätta fossil energi och på så sätt bidra till ett nettoupptag.

$$C_t^{FOSSIL} = \theta \cdot h_t^{GROT}, \quad (5)$$

θ = emissionsfaktor då GROT ersätter fossilt bränsle, antas till 0.28 ton CO₂ per MWh GROT.

Totalt nettoupptag:

Det totala nettoupptaget i varje period kan nu skrivas:

$$\Delta C_t^{TOT-SR} = \alpha \cdot \left((V_t - V_{t-1}) + (S_t^{TP} - S_{t-1}^{TP}) + (S_t^{KL} - S_{t-1}^{KL} - h_t^{GROT}) + \theta \cdot h_t^{GROT} \right) + \beta \cdot (h_t^T + h_t^M) \quad (6)$$

Ekvationen ovan bygger på antagandet att användningen av biomassan inte är koldioxidneutral, vilket den naturligtvis inte heller är på kort och medellång sikt med tanke på skogens omloppstid. På lång sikt är det dock rimligt att anta att biomassan är koldioxidneutral då den ingår i ett kretslopp.⁶⁶ Givet detta kan det långsiktiga upptaget skrivas som:

$$\Delta C_t^{TOT-LR} = \alpha \cdot \left((V_t - V_{t-1}) + \theta \cdot h_t^{GROT} \right) + \beta \cdot (h_t^T + h_t^M) \quad (7)$$

⁶⁵ Detta under förutsättning att de material som ersätts tillverkas av industrier täckta av EU-ETS. Ersätter träprodukter stål och cement som tillverkas i länder som inte ingår i EU-ETS uppstår dock en klimatnytta. Här presenteras beräkningar för de två ytterligheterna, dvs. ett fall där materialsubstitution påverkar globala utsläpp i enlighet med ekvation, och ett fall där det inte sker någon klimateffekt.

⁶⁶ För en mer ingående diskussion kring detta se Searchinger et.al. (2009), Cherubini et al. (2011), Lundgren och Marklund (2011), Brännlund et.al. (2012).

Appendix B. Summa värden. Miljoner kronor, nuvärde 3% ränta.

	Fokus mångfald – Dagens skogsbruk		Fokus tillväxt – Dagens skogsbruk	
	500 SEK/ton	1 200 SEK/ton	500 SEK/ton	1 200 SEK/ton
Virkesvärde, Alt 1	-83 828	-83 828	200 970	200 970
Virkesvärde, Alt 2	-110 370	-110 370	262 552	262 552
FV industri, 100% import	0	0	0	0
FV industri, 50% import	-107 236	-107 236	274 891	274 891
FV industri, ingen import	-214 472	-214 472	549 781	549 781
Alt 1: Summa, FV 100% import/export	-83 828	-83 828	200 970	200 970
Alt 2: Summa, FV 100% import/export	-110 370	-110 370	279 185	279 185
Alt 1: Summa, FV 50% import/export	-191 064	-191 064	475 861	475 861
Alt 2: Summa, FV 50% import/export	-217 606	-217 606	554 076	537 443
Alt 1: Summa, FV 0% import/export	-298 300	-298 300	750 751	750 751
Alt 2: Summa, FV 0% import/export	-324 842	-324 842	812 333	812 333
Värde nettoupptag, inkl mat.subst.	-40 000	-96 000	52 114	125 000
Värde nettoupptag, exkl mat.subst.	27 600	66 200	-110 000	-263 900
Summa Alt 1 100% mat	-123 828	-179 828	253 084	325 970
Summa Alt 1 100% no mat	-56 228	-17 628	90 970	-62 930
Summa Alt 2 100% mat	-150 370	-206 370	298 033	370 919
Summa Alt 2 100% no mat	-82 770	-44 170	135 919	-17 981
Summa Alt 1 50% mat	-231 064	-287 064	527 975	600 861
Summa Alt 1 50% no mat	-163 464	-124 864	365 861	211 961
Summa Alt 2 50% mat	-257 606	-313 606	572 924	645 810
Summa Alt 2 50% no mat	-190 006	-151 406	410 810	256 910
Summa Alt 1 0% mat	-338 300	-394 300	802 865	875 751
Summa Alt 1 0% no mat	-270 700	-232 100	640 751	486 851
Summa Alt 2 0% mat	-364 842	-420 842	847 814	920 700
Summa Alt 2 0% no mat	-297 242	-258 642	685 700	531 800

	Sysselsättningseffekter i skogssektorn			
	Fokus mångfald – Dagens skogsbruk		Fokus tillväxt – Dagens skogsbruk	
100% import/export	-7 197	(-12%)	22 517	(36%)
50% import/export	-10 794	(-9%)	33 781	(27%)
0% import/export	-14 391	(-12%)	45 015	(37%)

Referenser

- Braun, M., Fritz, D., Weiss, P., Braschel, N., Büchsenmeister, R., Freudenschuß, A. Thomas Gschwantner, T., Jandl, R., Ledermann, T., Neumann, M., Pölz, W., Schadauer, K., Schmid, C., Schwarzbauer, P. & Stern, T. 2016. A holistic assessment of greenhouse gas dynamics from forests to the effects of wood products use in Austria. *Carbon Management* 7(5–6): 271–283.
- Brännlund, R. (2008). Växthusgasernas samhälleliga kostnad: Vilket kalkylvärde skall användas?. Bil Sweden.
- Brännlund R., Carlén, O, Lundgren, T., Marklund, P-O. (2012). The costs and benefits of intensive forest management, *Journal of Benefit–Cost Analysis*, 3(4), Article 5.
- Brännlund, R och Thuresson, T, 2022. En samhällsekonomisk analys av förändrat skogsbruk. CERE Working Papers 2023:1, CERE - the Center for Environmental and Resource Economics.
- Brännlund, R., Söderholm, P. och Lundmark, R. (2010), Kampen om skogen – koka, såga, bränna eller bevara? SNS, forskningsrapport 2010.04.14.
- Brännlund, R. och Kriström, B. (2024). Vad kostar det om den gröna omställningen inte sker på grund av elbrist? Elforsk, NEPP:S rapport 1024-1063.
- Cherubini, F., Peters, G. P., Berntsen, T. Strömman, A. H., Hertwich, E. (2011). CO₂ emissions from biomass combustion for bioenergy: atmospheric decay and contribution to global warming. *GCB-Bioenergy*, 3, 413-426.
- Eliasson, Adolfsson, G., Ling, E. och Thor, M (2025). Kostnader, intäkter, lönsamhet, produktivitet och kvalitet på utförda åtgärder i svenskt skogsbruk. Skogforsk, Arbetsrapport 1231-2025.
- Hurmekoski, E., Myllyviita, T., Seppälä, J., Heinonen, E., Kilpeläinen, A., Pukkala, T., Mattila, T., Hetemäki, L., Asikainen, A. & Peltola, H. 2020. Impact of structural changes in wood-using industries on net carbon emissions in Finland. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.12981>.
- Johansson m.fl. (2022), Skogens värden: forskares reflektioner. MIUN 2022/1393, ISBN: 978-91-89341-70-8.
- Kallio, A.M.I. och B. Solberg. (2018). Leakage of forest harvest changes in a small open economy: case Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33(5):502-510.
- Kallio, A.M.I., B. Solberg, L. Käär och R. Päivinen. (2018). Economic impacts of setting reference levels for the forest carbon sinks in the EU on the European forest sector. *Forest Policy and Economics*, 92:193-201.
- Lundgren, T. and Marklund, P-O. (2013). Assessing the welfare effects of promoting biomass growth and the use of bioenergy. *Climate Change Economics*, 4, 1350003.
- Lundmark, R. (2022). Läckageeffekter från skog och skogsbruk, kunskapsunderlag. Skogsstyrelsen, Rapport 2022/18.

- Lundmark, T., Bergh, J., Hofer, P., Lundström, A., Nordin, A., Poudel, B.C., Sathre, R., Taverna, R. & Werner, F. 2014. Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation. *Forests* 5: 557–578.
- Mandell, S. (2011). Carbon emission values in cost benefit analyses. *Transport Policy*, 18, 888-892
- Nordhaus, W. D. (2017). Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 7, s. 1518-1523.
- Pindyck, R.S. (2019). The social cost of carbon revisited. *Journal of Environmental Economics and Management*, 94, 140-160, <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.02.003>.
- Rennert, K., Errickson, F., Prest, B.C. *et al.* (2022). Comprehensive Evidence Implies a Higher Social Cost of CO₂. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05224-9>.
- Searchinger, T.D., S.P. Hamburg, J. Melillo, W. Chameides, P. Havlik, D.M. Kammen, G.E. Likens, R.N. Lubowski, M. Oberstainer, M. Oppenheimer, G.P. Robertson, W.H. Schlesinger, and G.D. Tilman (2009). Fixing a critical climate accounting error, *Science* 326(5952), 527-528.
- Skogsstyrelsen (2021). Skogliga konsekvensanalyser 2022 – bakgrund och motiv till val av scenarier. Rapport 2021/6.
- Skogsstyrelsen (2022a). Skogliga konsekvensanalyser 2022 – syntesrapport. Rapport 2022/11.
- Skogsstyrelsen (2022b). Skogliga konsekvensanalyser 2022 – material och metod. Rapport 2022/8.
- Skogsstyrelsen (2024a). Strukturella förändringar i skogssektorn sedan 1993. Underlag till 2024 års skogspolitiska utredning. Rapport 2024-11.
- Smith, S. and Braathen, N.A. (2015). Monetary Carbon Values in Policy Appraisal: An Overview of Current Practice and Key Issues. OECD working papers No 92.
- SOU 2025:1. Miljömålsberedningens förslag om en strategi för hur Sverige ska leva upp till EU:s åtaganden inom biologisk mångfald respektive nettoupptag av växthusgaser från markanvändningssektorn (LULUCF). Delbetänkande från Miljömålsberedningen.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Tol, R.S.J. (2009). The Economic Effects of Climate Change. *Journal of Economic Perspectives*, 23, 29-51.
- Tol, R.S.J (2019). A social cost of carbon for (almost) every country. *Energy Economics*, 83, 555-566, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.07.006>.
- Wikström, P. m.fl. (2011). The Heureka decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences*. 3(2): 87–94.
- Wetterberg, G. (2018). Träd: en vandring i den svenska skogen. Albert Bonniers Förlag.

Wikström, P. m.fl. (2011). The Heureka forestry decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences*. 3(2): 87–94.