

Underlagsdata för hållbarhetsbedömning i BioMapp

– Arbetsrapport

Leverabel D3.1.3 från Mistra Digital Forest,
december 2021

MARTIN ERLANDSSON, HAMPUS HOLMSTRÖM, PER-ERIK
KARLSSON, ÅSA NILSSON, ESKIL MATSON

Förord

Mistra Digital Forest finansieras av Mistra och deltagande parter.

Forskningsprogrammets vision är att skapa digitala lösningar för en hållbar och effektiv skoglig bioekonomi. Programmet leds av Skogsindustrierna och programparter är BillerudKorsnäs, Holmen, SCA, Stora Enso, Sveaskog, Södra, SLU, IVL, Skogforsk, Umeå universitet samt KTH.

www.mistradigitalforest.se

Arbetspaketet 3.1 inom programmet Mistra Digital Forest (MDF) syftar till att ta fram systemanalytisk metodik och processdata för att analysera och bedöma skogsbaserade produkter idag och i framtiden, samt dess bidrag till en mer hållbar framtid med en ökad cirkulär bioekonomi. Underlaget från arbetspaket 3.1 kommer användas som underlag i visualiseringsverktyget BioMapp.



Sammanfattning

Denna rapport kommer under projektets gång att vara en arbetsrapport tillgänglig inom projektet men bli publik först vid projektets slut, för att då utgöra den samlade dokumentation av det underlag som finns i visualiseringsverktyget BioMapp med avseende på olika industriprocesser. De skogsindustriella processer som beskrivs i rapportens olika bilagor baserat på en allmänt accepterad inventeringsmetodik för att beskriva skogsbaserade produkters miljöpåverkan och andra hållbarhetsindikatorer i ett livscykelperspektiv. Med begreppet produkter avses både varor och tjänster. Det systemanalytiska verktyg som används i projektet är livscykelanalys (LCA) på så sätt som det tillämpas i miljövarudeklarationer (EPD).

De inventeringsdata som redovisas har en ambition att vara representativa för den typ av processer och miljöbelastning som är relevanta för svenska förhållande. Det har dock inte varit möjligt inom ramen för projektet att göra kompletta branschsammanställningar. Deltagande företagen i Mista Digital Forest har fått möjlighet via interna remisser att bekräfta att de data som använts i tillräcklig mån med avseende på syftet kan anses representativa för branschen.

I projektet har nu förslag på olika framtidsscenario utvecklas som kommer användas i visualiseringsverktyget BioMapp med indata från Heureka. Resultaten från BioMapp kommer att lagras i ett tillgängligt (webbaserat) format för att möjliggöra presentation av ett representativt urval av scenarier baserat på användardefinierade behov och krav.

Summary

During the project, this report will be a working document available within the project and will be made public at the end of the project, in order to then constitute the overall documentation of the data available in the visualization tool BioMapp with regards to various industrial processes. The forest industrial processes described in the report is based on a generally accepted inventory methodology to describe the environmental impact of forest-based products and other sustainability indicators in a life cycle perspective. The term products refer to both goods and services. The system analysis tool used in the project is life cycle analysis (LCA) in the way it is applied in environmental product declarations (EPD).

These inventory data that are reported have an ambition to be representative in the type of processes and environmental impact that are relevant to Swedish conditions. However, it has not been possible within the framework of the project to make complete industry summaries. The participating companies in Mista Digital Forest have been given the opportunity via internal consultations to confirm that the data used, to a sufficient extent for the purpose, can be considered representative of the industry.

The project has now developed proposals for different future scenarios that will be used in the visualization tool BioMapp with input data from Heureka. The results from BioMapp will be stored in an accessible (web based) format to allow presentation of a representative selection of scenarios based on user defined needs and requirements.

Innehållsförteckning

1	Målsättningar och inriktning	4
1.1	Kort introduktion till BioMapp	5
1.2	Cirkularitet som produkttegenskap	6
1.3	Kvantifiering av skogens bidrag till en cirkulär- och bioekonomi	6
2	Skogliga produktionsscenarier	8
3	Nästa steg	13
4	Referenser PM	15
	Bilagor: Beskrivning av skogsbruksscenarier.....	17

1 Målsättningar och inriktning

Arbetspaketet ”3.1 Cirkuläritet och hållbarhet” i Mistras forskningsprogram Digital Forest syftar till att beskriva en allmänt användbar inventeringsmetodik för skogsbaserade produkters miljöpåverkan och andra hållbarhetsindikatorer i ett livscykelperspektiv. Med begreppet ”produkter” avses både varor och tjänster. Det systemanalytiska verktyg som används i projektet är livscykelanalys (LCA), vars ramverk beskrivs i allmänt accepterade och tillämpade internationella standarder (ISO 14040, -44). Den LCA-metodik som tas fram i projektet ska dels;

- 1) kunna användas för bedömningar och produktjämförelser av enskilda biobaserade produkter som har sitt ursprung från svensk skogsråvara, dels
- 2) kunna användas för en holistisk nationell sammanställning som beskriver dagens situation för hela skogssektorn och dess totala produktion, inklusive exempel på framtida utvecklingsalternativ.

LCA-metodiken som ska användas måste göra det möjligt att analysera konsekvenserna av de biobaserade produkternas substitutionsvärde om de ersätter en fossil produkt, samt om möjligt konsekvenserna av en ökad cirkuläritet.

De indikatorer som omfattas ska beskriva olika aspekter av ekologisk hållbarhet, men även sociala och ekonomiska värden. I projektbeskrivningen ingår att beskriva hur cirkuläritet kan inkluderas, vilket breddats till att även inkludera bioekonomi. Den LCA-metodik som används här överensstämmer med den metodik och specificeringar som används i marknadskommunikation och benämns miljövarudeklarationer (ISO 14025) och beskrivs utförligare i en rapport från WP3 (Erlandsson m.fl. 2019). Sådana miljövarudeklarationer görs idag även digitalt tillgängliga och innehåller en specifik produkts miljöprestanda baserat på en LCA. Utöver detta kommer fler hållbarhetsindikatorer att behöva analyseras och utvecklas i arbetspaketet WP3. De underlagsdata som beskrivs i denna rapport utgör dokumentationen av de processer och scenarion som används i visualiseringsverktyget BioMapp.

BioMapp som utvecklas i WP3 ska användas för att svara på frågan:

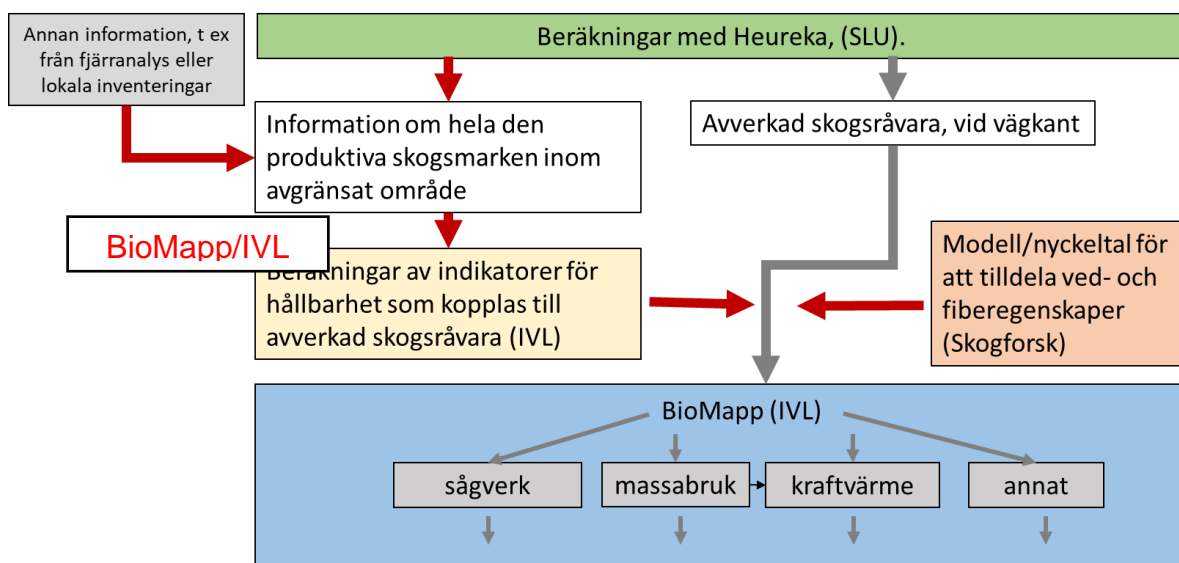
- Hur förändras olika hållbarhetsaspekter för det svenska skogsbruket, samt miljöpåverkan från skogsindustrins produkter, baserat på olika analyserade scenarion en framtida för en svensk bioekonomi

Aktivitet ”3.3 Visualisering och fördjupad förståelse av svenskt skogsbruk” i forskningsprogrammet syftar till att utveckla hur resultatet från BioMapp kan åskådliggöras och kommuniceras. Gemensamt för aktiviteter i WP3 är att på sikt möjliggöra en digital systemanalys för hållbarhets- och cirkuläritetsbedömningar av bio-baserade produkter med olika geografiska och temporära skalor (Nilsson m.fl. 2021). Detta för att bidra till programmets vision om digitala lösningar för en hållbar och effektiv skogsbaserad bio-ekonomi. En

frågeställning blir hur hållbarhetsanalyserna kan använda sig av digitala data från fjärranalys och skogsmaskiner (Nilsson m.fl. 2021).

1.1 Kort introduktion till BioMapp

BioMapp (Staffas m.fl., 2015) utvecklades som ett verktyg för att visualisera olika användarstyrda alternativ för flöden av skogsråvara, uttryckt som biomassa och energi, genom olika alternativa värdekedjor från avverkning till produkt. BioMapp inkluderar alla väsentliga materialflöden till existerande industriell infrastruktur, såsom pappersbruk, sågverk och kraftvärmeverk, och sedan vidare till produkter. Även sidosrömmar och biprodukter finns representerade i BioMapp.



Figur 1 En illustration av en kombinerad användning av två befintliga beräkningsverktyg, Heureka och BioMapp. (Nilsson m.fl. 2021)

I WP3 tas nu en ny version av BioMapp fram på en helt ny plattform för att möjliggöra digital kommunikation för svenskt skogsbruk och övriga delar av den skogliga värdekedjan. För detta avses att använda en kombination av två befintliga beräkningsverktyg, Heureka och BioMapp (Figur 1). Heureka (Wikström m. fl. 2011) innefattar olika, mycket omfattande prognosmodeller för skogens utveckling i Sverige och har utvecklats av SLU tillsammans med Skogforsk. Målsättningen har varit att kunna ge en rumslig beskrivning av skogen med hög detaljeringsgrad förutsatt olika simulerade skogsbruk. En beskrivning hur BioMapp kan användas på ett alternativt sätt baserat på ett digitalt informationsflöde på ägar- eller företagsnivå utvecklas också i WP3 (se Nilsson m.fl. 2021).

Indata för att göra hållbarhetsanalyser för skogsbruket hanteras med Heureka (<http://www.slu.se/heureka>), medan resterande delar av olika skogliga värdekedjor hanteras med en vidareutvecklad version av BioMapp. Gränssnittet mellan Heureka och BioMapp föreslås ligga vid upplagrad skogsråvara vid vägkant. BioMapp slutar vid färdigställandet av skogsindustriella produkter, med en potentiell möjlighet att beskriva vilka fossila produkter de kan ersätta, det vill säga vilken substitutionsnytta de har.

1.2 Cirkuläritet som produkttegenskap

Alla produkter som består av förnybara resurser såsom biobaserade produkter från skogsråvara är per definition cirkulära förutsatt att uttaget av skogsråvaran balanseras av ny biomassa via plantering och tillväxt av nya träd. Med ökad cirkuläritet inkluderar vi även åtgärder för produkter som inte består av förnybar råvara såsom;

1. användning av avfall/biprodukter
2. återanvändning/återbruk
3. materialåtervinning
4. resurseffektivisering, det vill säga samma eller ökat nytta och/eller förädlingsvärde av samma eller minskad resursanvändning.

För skogsindustrin är punkt 4 (ovan) en stor utmaning för biprodukter såsom GROT som inte alltid utvinns idag och om så sker att tillse att de produkter som tillverkas med sådana råvaror är så resurseffektiva som möjligt. Vi kan baserat på ovanstående definiera graden av cirkuläritet som en egenskap hos en produkt genom att föra in följande komplement i en innehållsdeklaration (Erlandsson m.fl. 2019):

- Andelen av produkten som består av förnybart material
- Andelen av produkten som består av återvunnet material (post-consumer waste).

Utöver dessa två produkttegenskaper skulle det vara möjligt att även lägga till "Därav materialspill" samt "Därav avfall med lågt ekonomiskt värde", för att få en ytterligare beskrivning av materialets ursprung. I WP3 väljer vi att redovisa de två huvudtyperna av cirkulära material som ges ovan och som är de som ingår i det digitala LCA-formatet ILCD+EPD+ (se vidare i Erlandsson m.fl. 2019). Notera att det är möjligt att en produkt både är 100 procent baserad på ett material som är förnybart och består av återvunna material.

1.3 Kvantifiering av skogens bidrag till en cirkulär- och bioekonomi

Cirkulär ekonomi är ett större begrepp än bioekonomi (jämför med materialegenskaperna ovan), som Naturvårdsverket definierar enligt följande¹:

I en cirkulär ekonomi behålls resurserna i samhället kretslopp istället för att bli avfall.
eller enligt EU (2015):

Cirkulär ekonomi, där värdet på produkter, material och resurser behålls i ekonomin så länge som möjligt och avfallsgenereringen minimeras.

Formas har definierat bioekonomi som (Formas 2012):

Omställningen till en biobaserad samhällsekonomi innebär en övergång från en ekonomi som till stor del baseras på fossila råvaror till en resurseffektivare ekonomi grundad på förnybara råvaror producerade genom en hållbar användning av ekosystemtjänster från mark och vatten.

¹ <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/EUs-miljoarbete/Cirkular-ekonomi/>

Definitionen har vidareutvecklats av Skogsindustrierna enligt nedan²:

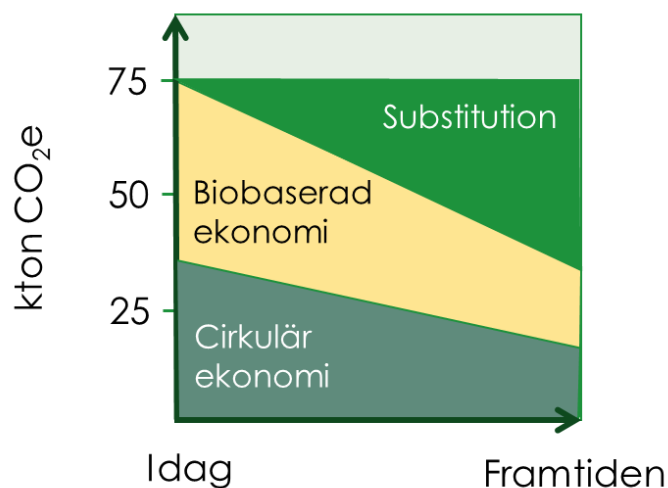
I ett bioekonomiskt samhälle använder vi förnybara råvaror från skogen, jorden och havet i stället för fossila bränslen och material. På så sätt minskar vi vår klimatpåverkan och optimerar ekosystemtjänsternas värde och bidrag till ekonomin.

I WP3 och i Mistra Digital Forest är målet att särredovisa nyttan med bioekonomi och därför införs två nya begrepp och indikatorer,

Biobaserade resurser, dvs användningen av biobaserade resurser i värdekedjan

Cirkulära åtgärder, dvs åtgärder enligt cirkuläritetslistans åtgärdsstrategier, se punkt 1 till 4 ovan.

Genom att introducera dessa två indikatorer Biobaserade resurser och Cirkulära åtgärder så går det att i BioMapp analytiskt beräkna olika scenariokonsekvenser för skogsbruket och dess produkter och dess potentiella bidrag till en ökad cirkulär ekonomi, se Figur 2 för en konceptuell bild för ett sådant resultat kan illustreras.



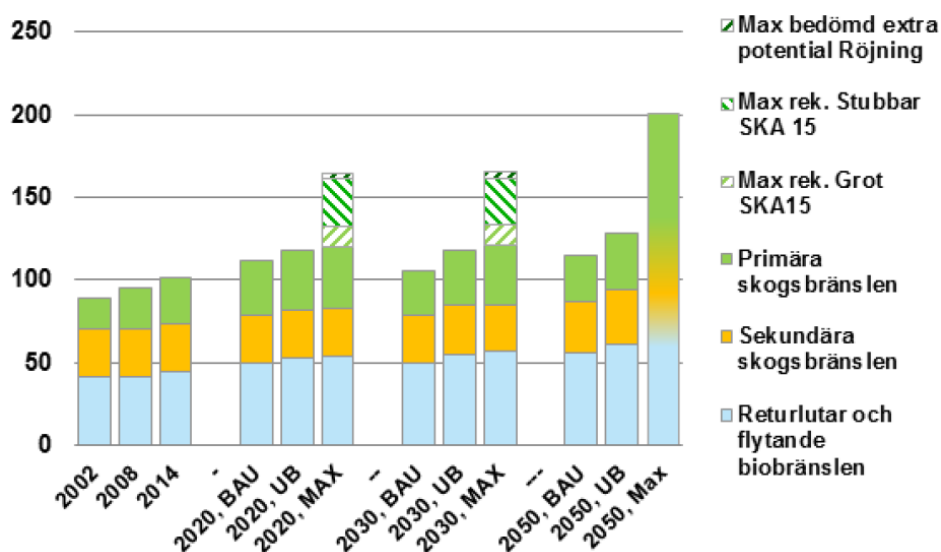
Figur 2 Konceptuellt förslag på redovisning av en scenarioanalys, där bidraget till minskad klimatpåverkan från bioekonomi (substitution) och cirkuläritet, idag och i en framtid, kan visualiseras för alla produkter som kommer från skogen.

En viktig pusselbit för att kunna göra den kvantifiering av som beskrivs ovan är de substitutionsnyttor som behöver tas fram och dokumenteras i rapporten. Dessa substitutionsnyttor beskriver belastningen från den nu alternativa fossila produkten i relation till den biobaserade produkten som baseras på skogsråvara. Eftersom substitutionsnyttorna är baserade på LCA-metodik så är analysresultatet inte begränsat till klimatpåverkan (som i Figur 2) utan kan användas för alla slags indikatorer som kan hanteras i BioMapp.

² <https://www.skogsindustrierna.se/bioekonomi/forum-for-bioekonomi/vad-ar-bioekonomi/>

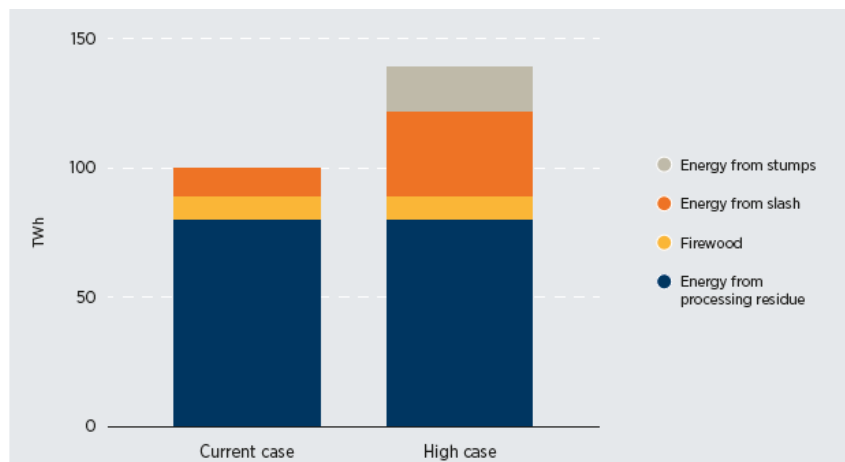
2 Skogliga produktionsscenarier

Det finns idag inte någon skogsindustriell färdplan eller annat officiellt scenario från Skogsindustrierna som avser utvecklingen fram till 2045, då vi i Sverige har ett mål om att vara nettonoll klimatneutrala. De olika skogliga scenarierna från SKA visar på olika nivåer för produktion av skogsråvara och ger på så sätt en signal om mängden skogsråvara som ska processas nedströms i värdekedjan och vilka produkter som därmed kan uppstå. I BioMapp kommer produktionsmixen inom skogsindustrin vara ungefär som idag och där uttaget av sågverkstimmer är det som ger störst ekonomiskt tillskott till skogsägaren.



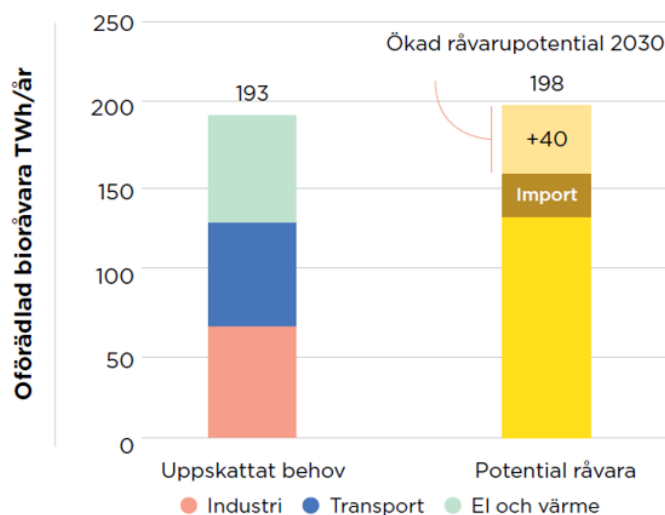
Figur 3 Förbrukning av bioenergi från svensk skog [TWh/år] (Pöyrö 2016).

Ett ökat biuttag från skogen kan främst ske genom ett ökat uttag av olika biprodukter. Ett sådant uttag måste dock ske på ett hållbart sätt för att i praktiken kunna genomföras. Idag är begränsningen av ett sådant uttag styrt av vad som är ekonomiskt lönsamt, vilket innebär att den tekniska potentialen är större än den marknadsekonomiska. Det finns olika syn på hur mycket skogsråvara man kan ta ut från skogen. Jaakko Pöyry har på uppdrag av Skogsindustrierna (Pöyrö 2016) tagit fram en scenarioanalys om vilka potentialer som finns fram till 2050 enligt olika förutsättningar, se Figur 3. I sina slutsatser skriver Pöyry "Givet att skogsindustristrukturen ser ut ungefär som idag (sågverk och massaindustrin är de huvudsakliga värdeskapande industrierna) kommer den maximalt möjliga potentialen att ta ut skogsbaserad bioenergi 2030 vara ca 165 TWh. Samma potential 2050 är ca 200 TWh/år. Detta inkluderar då maximala uttagsnivåer av GROT och stubbar inom ramen för Skogsstyrelsens rekommendationer." SVEBIO har tagit fram ett relativt expansivt scenario med ett ökat uttag av energigrödor på ca 40 TWh (Andersson och Skeer 2019), se Figur 4. Detta förslag ligger relativt nära det scenario som av Pöyry benämns "Utvecklad Bioekonomi" (UB).



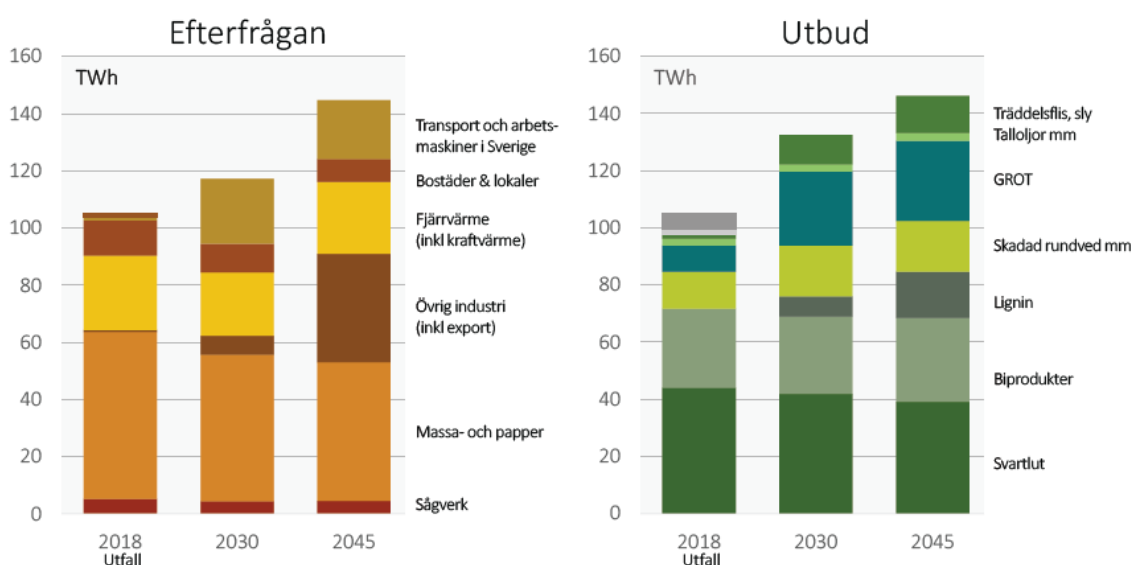
Figur 4 Träbaserade energiflöden i Sverige med nuvarande och ökad användning av rester enligt IRENA och Svebio scenario (Andersson och Skeer 2019).

De 22 färdplaner för fossilfri konkurrenskraft som tagits fram inom initiativet Fossilfritt Sverige innebär ett ökat behov av bioråvara för att branschernas färdplaner ska kunna bli klimatneutrala till 2045. Efterfrågan på tillkommande energi från dessa färdplaner är på 241 TWh, medan potentialen för att klara ett hållbart skogsbruk bara är 185 TWh, utifrån dagens antaganden gällande skogsavverkning och areal jordbruksmark. Denna ökade efterfråga på bioråvara krävs för att klara energigapet mellan nuläget och alla färdplaners mål. Tillkommande energi i form av bioråvara kommer i huvudsak från inhemska restprodukter från skogsbruk, skogsindustri samt grödor och biprodukter från jordbruk. Slutsatsen till år 2030 är enligt färdplanen: "Totalt kan svenska behovet av bioråvara i oförädlad form 2030 vara cirka 35 TWh/år större än idag med bibehållen nettoimport på cirka 26 TWh/år. Det motsvarar en ökning med 22 procent jämfört med dagens användning av bioråvara", Figur 5.



Figur 5 Färdplanerna för fossilfritt Sverige energibehov år 2030 samt tillförsel från inhemska restprodukter från skogsbruk, skogsindustri samt grödor och biprodukter från jordbruk (Fossilfritt Sverige 2021).

Ytterligare scenarier för uttag av skogsråvara finns även för Sverige i rapporten Lundblad m.fl. (2019) och för Finland i artikeln Soimakallio m.fl., (2021). En aktuell studie i Sverige av Bisailon och Sköldberg (2021) har utförts för att ta fram ett scenario med ett öka utbudet av skogsråvara på ett uthålligt sätt. Projektets resultat inkluderar både efterfrågan av skogsråvara och potentialen till ett ökat utbud på ett uthålligt sätt, se Figur 6. I figuren redovisas utbudspotentialen för Medelscenariot som baseras på avverkning motsvarande de nuvarande nivåer, samt genomsnittliga skogsbränslepotentialer från Börjesson (2021). För att nyttiggöra de skogsbränslepotentialer som visas i Figur 6 behöver betalningsviljan öka för att få ekonomi i det ökade uttaget som föreslås.



Figur 6 En framtidssbild för utbud av biprodukter från skogsindustrin och skogsbränslen uppdelat på olika sortiment för energi (inklusive skogsindustrins energibehov), drivmedel & annan användning utanför skogsindustrin, förutsatt utveckling enligt ett -scenario utifrån dagens ungefärliga avverkningsnivåer ("SKA-90" i figuren motsvarar SKA15:s skogsbruksscenario "Dagens skogsbruk, avverkning 90 %").

I de skogliga scenarier som kommer användas i BioMapp kommer det finnas ett referensscenario som beskriver dagens beslut och kända inventeringar som kopplas till SKA 15 scenario "dagens skogsbruk", som utgår ifrån dagens skötselmetoder. Utöver detta referensscenario föreslås utläggare scenario i BioMapp som sammanställs i Tabell 1 Notera att listan nedan ska ses som ett förslag som kan komma att bearbetas vidare.

Tabell 1 Sammanställning av skogliga scenarier respektive scenario för ökat biobränsleuttag.

Skogligt scenario	Biouttag	Kommentar
Inget skogsbruk	Fri utveckling, inget uttag av biomassa	Detta är ett referensscenario som inte är troligt, men ger oss en möjlighet att bedöma de fulla substitutionseffekterna
Dagens skogsbruk (enligt SKA15)	Moderat/normalt uttag	Detta uttagsscenario ger ett biouttag som av näringen bedöms vara både marknadsmässigt och förenligt med ställda miljömål
Ökad produktion (enligt SKA08)	På sikt ökat uttag (genom ökad tillväxt)	Ökad produktion erhålls framförallt genom gödsling, förädlat plantmaterial och nya "snabbväxande" träslag
Ökad produktion och ökat uttag	Maximalt uttag	Uttag av GROT i samband med gallring och slutavverkning, s.k. biogallring vid förstagallring och viss stubbskörd
Dubbla naturvårdsarealer (enligt SKA15)	Dagens uttag men på mindre arealer (dvs. minskat uttag)	Simuleras genom att den avsatta arealen dubblas, från reservat till frivillig hänsyn i samband med skogsbruksåtgärder
Dubbla naturvårdsarealer och mer kontinuitetsskogsbruk	Minskat ("minimalt") uttag	Kontinuitetsskogsbruk (utan uttag av GROT) simuleras på ca 25% av den brukade arealen

De skogliga scenarierna i SKA 15 utgår ifrån dagens skogsbruksmetoder och cirka;

- 10 % formellt skyddat skog
- 7 % av skogen har generell hänsyn
- 330 000 ha ytterligare skog avsätts

Dagens utveckling med dagens skötselmetoder innebär en årlig tillväxt i grundscenariot (business as usual) så uttaget av biomassa kommer även i detta scenario öka även om uttaget motsvarar tillväxten. I

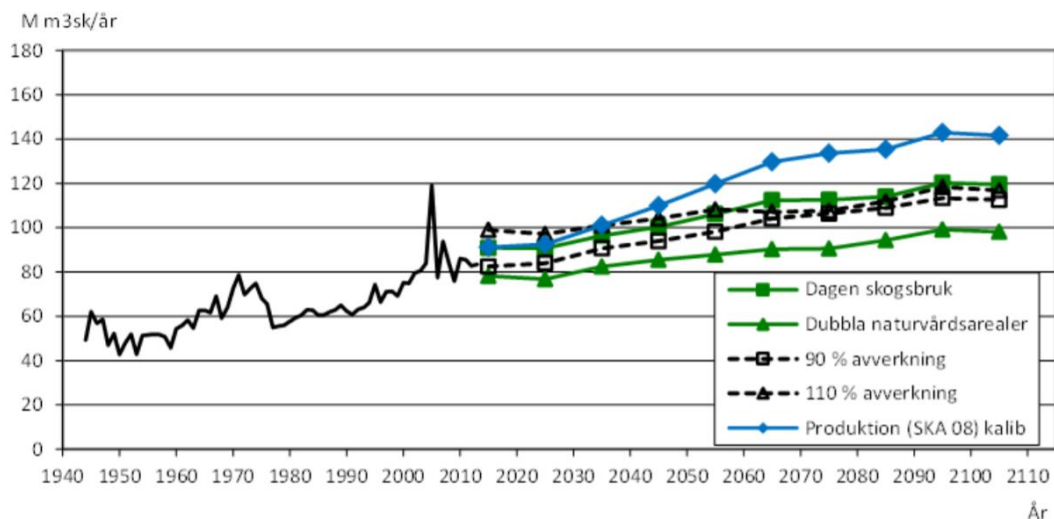
Tabell 1 beskrivs ett scenario som är en vidareutveckling av SKA 15 Dubbla naturvårdsarealer.

Scenariot Produktion från SKA-VB 08 avsåg att belysa potentialen för och effekterna av givet rimliga men höga investeringar i ökad produktion. De åtgärder för att öka produktionen som ingår är (Berglund L m.fl 2016):

- Ökad andel plantering och minskad andel naturlig förnygring.
- Ökad andel markberedning.
- Arealen Contorta ökas från dagens ca 500 000 till 900 000 ha under kommande 20 år.
- Arealen som gödslas med traditionella metoder ökas från dagens ca 50 000 ha till 200 000 ha.
- ca 1 miljon ha gödslas med behovsanpassad gödsling. Arealen etableras under kommande 50 år.

- Beskogning av 400 000 ha nedlagd åkermark.

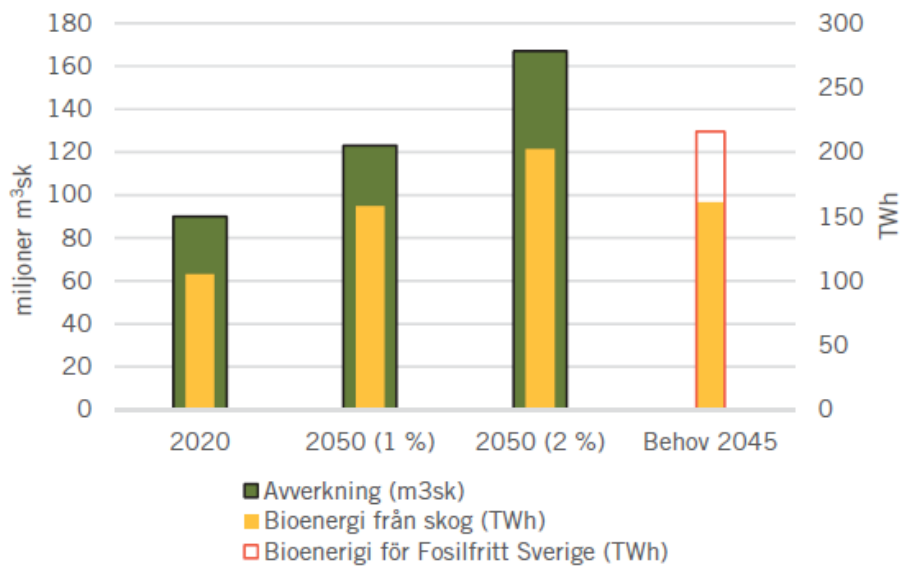
I denna Skogsstyrelsens rapport har resultaten från scenariot SKA 08 Produktion kalibrerats i förhållande till scenarierna i SKA 15 för att utgå från samma skogstillstånd och markanvändning (Berglund L m.fl 2016).



Figur 7 Avverkning av levande träd (miljoner m3sk/år) på produktiv skogsmark (Berglund L m.fl 2016). 1944-2010 data från Riksskogstaxeringen, från 2010-2110 beräknade scenarier från SKA 15 och SKA 08. Scenariot Produktion från SKA 08 är kalibrerat för att motsvara samma utgångsvärde i skogstillstånd som övriga scenarier från SKA 15 (Claesson 2016).

Den möjliga avverkningen enligt olika scenarier som tagits fram av Skogsstyrelsen inom de skogliga konsekvensanalyserna visas i Figur 7. Samtliga scenarier förutom Dubbla naturvårdsarealer visar på ökade avverkningsmöjligheter fram till 2040. I det senare scenariot ligger avverkningsmöjligheterna om 30 år ungefär på samma nivå som de senaste årens faktiska avverkning. Den största möjligheten att öka avverkningen finns i scenariot SKA 08 Produktion.

Skogsutredningen (SOU 2020:73) har utvecklat ett scenario som beskriver en årlig uppskrivning av bioenergi med 2 % per år samt en sammanställning av den ökade efterfrågan på bioenergi och biodrivmedel som finns i de färdplaner som nu presenterats i fossilfritt Sverige, se Figur 8.



Figur 8 Scenarion för framtida efterfrågan av biomassa från skogen. Nuvarande avverkning och energiproduktion från skogen samt scenarier för tillväxt inom skogsindustrin (SOU: 2020:73).

Skogsutredningens scenario i figuren ovan visar råvarubehovet vid en ökad tillväxt inom skogsindustrin med 1 respektive 2 procent industriell tillväxt per år fram till år 2050 utan att importens andel ökar, samt de restströmmar i form av bioenergi som kan förväntas baserat på det förväntade ökade behovet som finns beskrivet i SOU 2020:73. Skogsutredningens scenario "2050 2%" kan anses likande som scenario "Ökad produktion och ökat uttag" som utvecklas här för BioMapp.

3 Nästa steg

I nästa steg för att ta fram de indata som behövs till BioMapp kommer denna rapport kompletteras med bilagor som dokumenterar de processdata som används för modellering i BioMapp. Sådan processdata har samlats in för skogsbruks och skogsindustrins befintliga produktion. Indata utgörs av livscykelanalysdata och kan användas i hela värdekedjan. Utöver detta pågår arbete med att utveckla metodik för hållbarhetsindikatorer samt indata för att bedöma dessa indikatorer (Karlsson m.fl. 2021). Hållbarhetsindikatorerna är utvecklade för att hantera skogsbruket.

En viktig del i det fortsatta inventeringsarbetet är också framtagande av så kallade substitutionsnyttor. För att kunna påvisa konsekvenserna av ett förändrat skogsbruksscenario som innebär att man minskar eller inte alls brukar skogen, så används en så kallad konsekvensanalys, där man inkluderar miljöpåverkan av de produkter som måste produceras istället för de biobaserade, som enligt scenariot inte längre kommer tillverkas då uttaget från skogen minskat eller helt upphört. Dessa substitutionseffekter är grunden för att kunna analysera konsekvenserna vid ett förändrat uttag av skogsråvara och ingår som en del av visualiseringsverktyget BioMapp. Projektet är inriktat på att ta fram livscykelbaserade miljödata för de produkter och tjänster så som de tillverkas idag.

De skogliga scenarion som föreslagits i denna rapport behöver kompletteras med olika ”nya” produkter som det ökade uttaget av restprodukter från skogen kan resultera i. Detta arbete omfattar både framtidsscenario och processdata som behövs som indata till BioMapp och bedrivs tillsammans med WP 0.6 och ingår som leverabel D0.6.8. En sammanställning av uppstartade bioraffinaderiprocesser och kända planerade investeringar inom Norden finns framtagen inom Mistra Digital Forest (Danielsson 2020). Denna sammanställning visar vad som är på gång vad avser nya produkter från processindustrin utöver de traditionella papper, massa, kartong och sågade trävaror. En slutsats av denna rapport är att stora investeringar görs inom produktion av biodrivmedel från skogsbaserad råvara och ett antal mindre inom material. Den utvecklingen drivs av olika incitament som t.ex. reduktionsplikten i bränslen.

Under 2022 kommer resultat av beräkningar med BioMapp att presenteras (leverabel D3.3.2). Dessa framtidsscenario för en hållbar bioekonomi kommer att definieras och visualiseras för de utvalda fallstudierna i dialog med intressenter (WPO) (leverabel D3.3.3). Resultaten kommer att lagras i ett tillgängligt (webbaserat) format för att möjliggöra presentation av ett representativt urval av scenarier baserat på användardefinierade behov och krav.

4 Referenser PM

- Danielsson S: (2020): Sammanställning av nuvarande och planerad kapacitet för bioraffinaderier i Norden. Mistra Digital Forest, leverabel D0.6.1, Stockholm 2020.
- Berglund L m.fl 2016: Virkesproduktion, övriga ekosystemtjänster och naturens gränser. Underlagsrapport från arbetsgrupp 2 inom nationellt skogsprogram. PM, Skogsstyrelsen.
- Bisailon M, Sköldberg H (Red.) Berndes G, Börjesson P, Egnell G, Fagerström A, Gunnarsson J, Hagberg M, Hansson J, Hellsten S, Johnsson F, Lönnqvist T, Rootzén J, Rydberg T, Unger T 2021: Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – syntesrapport. Energiforsk, Rapport 2021:820.
- Börjesson, P 2021. Potential för ökad tillförsel av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi – En uppdatering. Report No 121, Environmental and Energy Systems Studies, Lund University.
- Claesson, S. 2016: Underlag till Skogsprogrammet. PM, Skogsstyrelsen.
- Erlandsson M, Mattsson E, Harris S, Munte J, Karlsson P-E (2019): Aktuell praxis och mest lovande ansatser för livscykelbaserade cirkuläritets- och hållbarhetsindikatorer. Anvisningar för systemanalysverktyg som livscykelanalys (LCA), miljödeklarationer (EPD) och BioMapp. IVL Svenska Miljöinstitutet rapport C 544, för Mistra Digital Forest, leverabel D3.1, december 2019.
- EU, Europeiska Kommissionen (2015): Att sluta kretsloppet – en EU-handlingsplan för den cirkulära ekonomin. Europeiska Kommissionen, Bryssel den 2.12.2015, COM(2015) 614 slutlig.
- Formas (2012): Forsknings- och innovationsstrategi för en biobaserad samhällsekonomi. Formas, Rapport R2:2012.
https://www.formas.se/download/18.462d60ec167c69393b917a33/1549956102739/Strategi_Biobaserad_samh%C3%A4llsekonomi.pdf
- Fossilfritt Sverige (2021): Strategi för fossilfri konkurrenskraft – bioenergi och bioråvara i industrins omställning. En strategi av Fossilfritt Sverige, Fossilfritt Sverige 2021.
- Lundblad m. fl., 2019. Scenarier för den svenska skogen och skogsmarkens utsläpp och upptag av växthusgaser. Slutredovisning av regeringsuppdrag (beslut N208/01213/SK). SLU ID: SLU ua 2019.2.6-1375.
- Karlsson P E, Mattson E, Nilsson Å, Erlandsson M, Holmström H (2021): Indikatorer för hållbarhetsbedömningar av svenskt skogsbruk, IVL Svenska Miljöinstitutet rapport C612, för Mistra Digital Forest leverabel D3.3.1, oktober 2021.
- Nilsson Å, Sidvall A, Björk B, Karlsson PE, Erlandsson M, Holmström H, Nordström M, Wilhelmsson L, Ågren K. 2021: Modellering av råvaruflödet i skogliga värdekedjor, inklusive råvaruegenskaper och hållbarhetsaspekter. IVL Svenska Miljöinstitutet rapport C567, för Mistra Digital Forest leverabel D3.2.1, oktober 2021.
- Pöyrö 2016: Bioenergi från skog och skogsindustri. Pöyrö på uppdrag av Skogsindustrierna, februari 2016.

Soimakallio m. fl., 2021. On the trade-offs and synergies between forest carbon sequestration and substitution. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* (2021) 26: 4.
<https://doi.org/10.1007/s11027-021-09942-9>

SOU 2020:73: Stärkt äganderätt, flexibla skyddsformer och naturvård i skogen. Del 1. Betänkande av Skogsutredningen 2019. Statens offentliga utredningar (SOU), Stockholm 2020.

Staffas, L., Hansen, K., Sidvall, A. och Munthe, J. Råvaruströmmar från skogen - tillgång och samband. IVL rapport C 115, tillgänglig på:
<https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b76e3/1445517787108/C116.pdf>

Wikström, m. fl. 2011. The HEUREKA forestry decision support system: an overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences*, 3, pp. 87–94.

Bilagor: Beskrivning av skogsbruksscenarioer

Denna bilaga är en exakt kopia av försats stycket av 3 i motsvarande bilaga i Berglund L m.fl (2016).

Scenariot Dagens skogsbruk speglar i SKA 15 en utveckling där Sveriges skog används och sköts såsom den gjorts de senaste åren. Det beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande (år 2008-2012) inriktning och ambitionsnivå i skogsskötseln och observerat avverkningsbeteende. Arealindelning i markanvändningsklasser* görs baserat på senaste observerade faktiska situation. I beräkningarna antas en förändring av klimatet motsvarande utsläppscenario RCP4,5** som i sin tur påverkar trädens tillväxt (både positivt och negativt). Avverkningen betecknar potentiell avverkning och är så hög som möjligt utan att efterföljande avverkning (i nästa beräkningsperiod) nämnvärt minskar, vilket innebär att den i princip är lika hög som nettotillväxten (bruttotillväxt minskat med naturliga avgångar) på virkesproduktionsmarken.

*) Reservat (formellt skyddad skog), "ny naturvård" (endast i scenariot Dubbla naturvårdsarealer), frivilliga avsättningar, hänsynsytor och virkesproduktionsmark.

**) Av IPCC beräknad effekt av växthusgasutsläpp motsvarande en ökning i strålning drivning på 4,5 W/m² år 2100 beskrivande "en relativt optimistisk medelväg".

Scenario 1; Dagens skogsbruk, 90 procents avverkning, motsvaras i SKA 15 av Dagens skogsbruk men där avverkning utgör 90 procent, i stället för 100 procent, av nettotillväxten på virkesproduktionsmarken. Skötsel, indelning i markanvändningsklasser och övriga allmänna förutsättningar är samma som i scenariot Dagens skogsbruk. Föreliggande scenario speglar skogens utveckling vid en lägre avverkningstakt, ett mindre intensivt skogsbruk, än det i Dagens skogsbruk.

Scenario 2; Dagens skogsbruk, 110 procents avverkning, motsvaras i SKA 15 av Dagens skogsbruk men där avverkning utgör 110 procent, i stället för 100 procent, av nettotillväxten på virkesproduktionsmarken. Skötsel, indelning i markanvändningsklasser och övriga allmänna förutsättningar är samma som i scenariot Dagens skogsbruk. Föreliggande scenario speglar skogens utveckling vid en högre avverkningstakt, ett mer intensivt skogsbruk, än det i Dagens skogsbruk.

Notera dock att det finns begränsande faktorer, t.ex. aktuell åldersstruktur, som innebär att avverkning av 110 procent av nettotillväxten inte är möjlig i alla beräkningsperioder.

Scenario 3; Dubbla naturvårdsarealer, speglar i SKA 15 skogens utveckling givet att arealer undantagna från skogsbruk (reservat, frivilliga avsättningar och hänsynsytor vid avverkning) fördubblas. Den tillkommande arealen placeras ut per beräkningsområde så att naturvårdsarealernas andel av den totala produktiva skogsmarken blir lika stor i alla beräkningsområden, ca 33 procent. Urvalet görs genom att summera förekomsten av ett antal variabler som indikatorer för biologisk mångfald, där ytor med högst värde väljs till avsedd areal är nådd. Scenariot avser motsvara höga ambitioner på miljöområdet, förmodligen högre än behovet i relation till miljökvalitetsmålen eller internationella åtaganden på miljöområdet.

Scenario 4; Produktion, belyser i SKA 08 potentialen för och effekterna av en ökad virkesproduktion givet rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket. Scenariot utgår från referensscenariot som beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande ambitioner i skogsskötseln, beslutad miljöpolitik till år 2010

och en förändring av klimatet. Med beslutad miljöpolitik menas att scenariot förutsätter att delmål 1 under miljö kvalitetsmålet Levande skogar kommer att bli uppfyllt. Miljöambitionerna och effekter av klimatförändringar är alltså på samma nivå som i SKA 08's referensscenario. Det innebär att scenariot enbart ger nya förutsättningar för skogens skötsel på virkesproduktionsmarken. I produktionsscenariot ingår ett antal produktionshöjande åtgärder. Dessa åtgärder motiveras utifrån antagande om framtida hög efterfrågan på virkesråvara och en god lönsamhet i skogsbruket. Produktionshöjningen sker genom förbättringar inom befintliga skogsskötselåtgärder eller genom introduktion av nya åtgärder såsom i) ökad markberedning och plantering, ökad användning av P. contorta, ii) ökad röjning, iii) ökad traditionell gödsling, iv) behovsanpassad gödsling och v) beskogning av nedlagd åkermark.

Sammanfattande tabeller

Tabell 2. Genomsnittlig avverkning för beräkningsperioderna år 2010-2020, år 2040-2050 respektive år 2100-2110 för de fem föreliggande scenarierna samt relativa skillnader för scenario 1-4 i förhållande till Dagens skogsbruk.

Scenario	Avverkning (miljoner m ³ sk/år)*		
	År 2010-2020	År 2040-2050	År 2100-2110
Dagens skogsbruk	90.8	100.2	119.6
1. 90 procent avverkning	82.4 (-9%)	93.9 (-6%)	112.5 (-6%)
2. 110 procent avverkning	99.0 (+9%)	104.1 (+4%)	116.8 (-2%)
3. Dubbla naturvårdsarealer	78.1 (-14%)	85.5 (-15%)	98.0 (-18%)
4. Produktion**	91.1 (+0%)	109.8 (+10%)	141.6 (+18%)

*) På 23.1 miljoner hektar produktiv skogsmark.

**) "Kalibrerat" på så sätt att SKA 08's referensscenario överensstämmer med scenariot *Dagens skogsbruk* (från SKA 15).

Tabell 3. Genomsnittlig tillväxt för beräkningsperioderna år 2010-2020, år 2040-2050 respektive år 2100-2110 för de fem föreliggande scenarierna samt relativa skillnader för scenario 1-4 i förhållande till Dagens skogsbruk.

Scenario	Tillväxt (miljoner m ³ sk/år)*		
	År 2010-2020	År 2040-2050	År 2100-2110
Dagens skogsbruk	115.7	131.4	152.2
1. 90 procent avverkning	117.3 (+1%)	135.5 (+3%)	162.0 (+6%)
2. 110 procent avverkning	114.3 (-1%)	127.7 (-3%)	145.6 (-4%)
3. Dubbla naturvårdsarealer	116.8 (+1%)	132.8 (+1%)	145.1 (-5%)
4. Produktion**	117.2 (+1%)	148.6 (+13%)	175.4 (+15%)

*) På 23.1 miljoner hektar produktiv skogsmark.

**) "Kalibrerat" på så sätt att SKA 08's referensscenario överensstämmer med scenariot *Dagens skogsbruk* (från SKA 15).

Tabell 4. Totalt virkesförråd för år 2010, 2040 respektive 2110 för de fem föreliggande scenarierna samt relativa skillnader för scenario 1-4 i förhållande till Dagens skogsbruk.

Scenario	Virkesförråd (miljoner m ³ sk)*		
	År 2010	År 2040	År 2110
Dagens skogsbruk	3060	3407	4132
1. 90 procent avverkning	-"	3692 (+8%)	5163 (+25%)
2. 110 procent avverkning	-"	3145 (-8%)	3728 (-10%)
3. Dubbla naturvårdsarealer	-"	3830 (+12%)	5232 (+27%)
4. Produktion**	-"	3542 (+4%)	4343 (+5%)

*) På 23.1 miljoner hektar produktiv skogsmark.

**) "Kalibrerat" på så sätt att SKA 08's referensscenario överensstämmer med scenariot *Dagens skogsbruk* (från SKA 15).

Tabell 5. Genomsnittlig slutavverkningsålder för beräkningsperioderna år 2010-2020, år 2040-2050 respektive år 2100-2110 för de fem föreliggande scenarierna samt relativa skillnader för 1-4 i förhållande till Dagens skogsbruk.

Scenario	Slutavverkningsålder (år)*		
	År 2010-2020	År 2040-2050	År 2100-2110
Dagens skogsbruk	113.8	78.2	66.2
1. 90 procent avverkning	116.5 (+2%)	81.8 (+5%)	76.6 (+16%)
2. 110 procent avverkning	111.6 (-2%)	75.4 (-4%)	60.3 (-9%)
3. Dubbla naturvårdsarealer	101.2 (-11%)	72.6 (-7%)	65.5 (-1%)
4. Produktion**	115.6 (+2%)	74.8 (-4%)	61.5 (-7%)

*) På 23.1 miljoner hektar produktiv skogsmark (där slutavverkning endast simuleras på virkesproduktionsmark).

**) "Kalibrerat" på så sätt att SKA 08's referensscenario överensstämmer med scenariot *Dagens skogsbruk* (från SKA 15).

Tabell 6. Total areal skog yngre än LÅF (lägsta tillåtna ålder för förnygringsavverkning) för år 2010, 2040 respektive 2110 för de fem föreliggande scenarierna samt relativa skillnader för 1-4 i förhållande till Dagens skogsbruk.

Scenario	Skog yngre än LÅF (miljoner ha)*		
	År 2010	År 2040	År 2110
Dagens skogsbruk	14.7	16.3	17.7
1. 90 procent avverkning	-"	15.2 (-6%)	14.7 (-17%)
2. 110 procent avverkning	-"	17.2 (+6%)	18.9 (+7%)
3. Dubbla naturvårdsarealer	-"	14.8 (-9%)	14.6 (-17%)
4. Produktion**	-"	16.4 (+1%)	18.3 (+3%)

*) Av totalt 23.1 miljoner hektar produktiv skogsmark.

**) "Kalibrerat" på så sätt att SKA 08's referensscenario överensstämmer med scenariot *Dagens skogsbruk* (från SKA 15).

Tabell 7. Total areal "gammal skog" (äldre än 120 resp. 140 år i södra resp. norra Sverige) för år 2010,

2040 resp. 2110 för de fem föreliggande scenarierna samt relativa skillnader för 1-4 i förhållande till Dagens skogsbruk.

Scenario	Gammal skog (miljoner ha)*		
	År 2010	År 2040	År 2110
<i>Dagens skogsbruk</i>	1.87	1.92	2.98
1. 90 procent avverkning	-"	1.99 (+3%)	3.41 (+15%)
2. 110 procent avverkning	-"	1.86 (-3%)	2.73 (-8%)
3. Dubbla naturvårdsarealer	-"	2.93 (+52%)	5.76 (+93%)
4. Produktion**	-"	1.75 (-9%)	2.81 (-6%)

*) Av totalt 23.1 miljoner hektar produktiv skogsmark.

***) "Kalibrerat" på så sätt att SKA 08's referensscenario överensstämmer med scenariot *Dagens skogsbruk* (från SKA 15).

Källförteckning

Claesson, S., Andersson, B., Bergh, J., Duvemo, K., Fridh, M., Lundström, A., Nilsson, U., Nordfjell, T., Sollander, E. & Svensson, S.A. 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08. Rapport 25/2008. Skogsstyrelsen.

Claesson, S., Duvemo, K., Lundström, A. & Wikberg, P-E. 2015. Skogliga konsekvensanalyser – SKA 15. Rapport 10/2015. Skogsstyrelsen.

Eriksson, A., Snäll, T. & Harrison, P.J. 2015. Analys av miljöförhållanden – SKA 15. Rapport 11/2015. Skogsstyrelsen.