

Björkkvalitet i södra Sverige

Kalvis Kons



Björkstockar upplagda för kvalitetsmätning och urval för sågning. Foto: Kalvis Kons.

Innehåll

Förord	4
Summary	5
Sammanfattning.....	6
Bakgrund	8
Syfte och mål	9
Material och metod.....	10
Insamling och provtagning.....	10
Beskrivning av avverkningsobjekt och bestånd	11
Metod för mätning av egenskaper	11
Beståndsegenskaper och aptering.....	12
Definition av scenarier och apteringsinstruktioner	12
Gemensamma grundregler (alla scenarier)	13
Scenario 1 – Sågtimmer (dagens krav i Sverige)	13
Scenario 2 – Fanérstock (dagens krav i Sverige)	14
Scenario 3 – Konstruktionstimmer (teoretiska C24-krav)	14
Resultat	15
Övergripande björkkvalitet	17
Röta	17
Rödkärna	18
Kvistegenskaper.....	21
Krökegenskaper	23
Sprickor.....	24
Rotveck	26
Godkännandegrad per scenario och kategori.....	27
Beståndsutfall per scenario	32
Diskussion	36
Övergripande resultatbild och vad som styr utfallet	36
Röta, rödkärna och sprickor – betydelse i praktiken.....	36
Krokighet och kvistar som nyckelfrågor – koppling till skötsel och process.....	37
Volym, logistik och varför björkandel inte räcker	37
Potentialen i alternativa sortiment	39
Datakvalitet och metodbegränsningar som påverkar tolkningen	40
Praktiska implikationer och rekommendationer	40

Slutsatser	41
Referenser	42
Bilaga 1. Bestånds- och virkesdata för analyserade avverkningsobjekt. Avv.form = avverkningsform; SA = slutavverkning; G = gallring.	1
<i>Bilaga 2. Total volym och fördelning av godkänd respektive ej godkänd björk per dimension och kvalitetsklass.</i>	<i>2</i>



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts januari månad 2026 av
 Mia Iwarsson Wide, Programchef Värdeskapande ekosystemtjänster. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef,
 granskat och godkänt publikationen för publicering 16 mars 2026.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
 ©Skogforsk 2026 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport har utarbetats inom ramen för projektet ”Kartläggning och modellering av virkesegenskaper och timmerkvalitet för björk”. Projektet har finansierats av Stiftelsen Seydlitz MP-bolagen, Rundvirkestiftelsen och ÅForsk. Huvudsyftet har varit att kartlägga och modellera virkesegenskaper samt den potentiella kvaliteten hos dimensioner av sågbar björkvolym. Studien syftar även till att belysa volymförekomsten av björkvirke som är lämpligt för sågtimmerändamål.

En viktig förutsättning för studiens genomförande har varit samarbetet med Patrik Lindenbjär och hans kollegor på Södra, samt Jacob Bom, Martin Olander och ytterligare medarbetare på Biometria i Mönsterås. Det har även varit mycket värdefullt att samarbeta med Ulf Lemke från RISE och Jimmy Johansson från Linnéuniversitetet gällande vidare tester av björkens mekaniska egenskaper.

Ett stort tack till alla som bidragit till studien och medverkat i dess genomförande!

Kalvis Kons (Projektledare)

Summary

Birch constitutes a substantial share of the hardwood resource base in southern Sweden, yet it is currently marketed mainly as pulpwood and energy wood. To assess the potential for higher-value utilisation, this study analysed birch log quality attributes and how they influence assortment outcomes in the forest.

The study covered 29 harvesting sites in Götaland where birch was bucked into assortments. Harvester production files (HPR) were analysed for 188,180 logs, of which 48,746 were recorded as birch. At delivery to the Mönsterås pulp mill, 840 birch logs were selected for detailed, individual quality measurements (dimensions, decay, red heart, branches, crookedness, cracks, and butt flare), and 326 of these logs were further selected for sawing and more in-depth analyses at RISE and Linnaeus University. Based on the measured properties, five sorting/bucking scenarios were applied: two reflecting typical Swedish requirements for birch sawlogs (Scenario 1), two targeting veneer logs (Scenario 2), and one more function-based scenario for structural timber (Scenario 3).

Crookedness was the dominant cause of rejection across all scenarios and thus the single most limiting factor for sawlog and veneer utilisation, followed by branch-related requirements (especially large branches). Decay was relatively uncommon, but effectively disqualifying when present, primarily at the butt end. Red heart occurred more frequently than decay but was generally below levels typically considered critical; consequently, red heart more often influences product choice and yield rather than outright acceptance. Cracks and butt flare showed variable importance and may be affected by handling and storage time.

When these quality outcomes were applied to the harvester dataset, approved volume increased clearly under more permissive sorting rules. Mean approved birch volume per hectare was about 13–16 m³solid under bark per hectare (sub/ha) in the stricter scenarios (S1.1–S2.1), around 18 m³sub/ha in S2.2, and about 21 m³sub/ha in S3. Despite birch representing a considerable share of the stands studied (roughly one-third of total volume/basal area), approved volume per site was often too low to reach transport-efficient levels (e.g., ~50 m³). This indicates that the availability of birch sawlogs is primarily constrained by quality, dimension/bucking practices, and logistics rather than birch proportion alone. A complementary product stream, such as birch structural timber, could substantially increase deliverable volumes (on average about +60 % compared with the strict sawlog scenario) and thereby improve the feasibility of separate transport and market allocation.

Sammanfattning

Björk utgör en betydande andel av lövträdsråvaran i södra Sverige. Idag används den i stor utsträckning som massa- och energived. För att bedöma potentialen för ett mer högvärdigt nyttjande av de växande björkvolymerna analyserades björkstockars kvalitetsegenskaper och hur dessa påverkar sortimentsutfallet i skogen.

Studien omfattade 29 avverkningsobjekt i Götaland. Totalt analyserades skördardata (hpr-filer) för 188 180 stockar, varav 48 746 var registrerade som olika björksortiment. Vid intransport till Mönsterås massabruk valdes 840 björkstockar ut för individuella kvalitetsmätningar med avseende på dimension, röta, rödkärna, kvistar, krokighet, sprickor och rotveck. Av dessa valdes 326 stockar ut för sågning och fördjupad analys vid RISE och Linnéuniversitetet. Med utgångspunkt i de uppmätta egenskaperna tillämpades fem sorterings-/apteringsscenarier: två som speglar typiska krav för björksågtimmer, två med inriktning mot fanér samt ett mer funktionsbaserat scenario för konstruktionsvirke.

Projektet visar att det finns en reell men kvalitetsbegränsad potential att öka det högvärdiga utnyttjandet av björk i södra Sverige. Resultaten pekar tydligt på att tillgången till björksågtimmer och fanérstockar i första hand begränsas av form- och kvalitetsfel, snarare än av brist på björkvolym i bestånden.

Den enskilt viktigaste begränsande faktorn är krokighet, som står för den största andelen diskvalificeringar i samtliga analyserade sorteringsscenarier. Även kvistar, särskilt grova sådana, har stor påverkan på utfallet enligt dagens sorteringsregler. Däremot förekommer röta relativt sällan, men när den finns är den i praktiken alltid diskvalificerande. Rödkärna är vanligare än röta men ligger i de flesta fall under nivåer som utgör ett absolut hinder för sågning eller fanér. Det innebär att rödkärna snarare påverkar produktval och utbyte än om stocken kan användas eller inte.

När resultaten appliceras på skördardata blir det tydligt att med dagens relativt strikta krav för sågtimmer och fanér blir den godkända volymen per hektar låg, trots att björk ofta utgör en betydande andel av beståndet. I praktiken innebär detta att många avverkningsobjekt inte når upp till volymer som är logistiskt och ekonomiskt meningsfulla för separat hantering och transport av björktimmer. Det räcker alltså inte att beståndet innehåller mycket björk, andra egenskaper såsom kvalitet, dimension, aptering och samlad volym per objekt är avgörande.

Ett centralt resultat är att mer funktionsbaserade sorteringsprinciper, där kraven på visuella defekter minskas, kan ge ett betydande volymtillskott. I det analyserade konstruktionsscenariot ökade den möjliga leveransvolymen med i genomsnitt omkring 60 procent jämfört med ett strikt sågtimmersscenario. Detta visar att ett kompletterande sortiment, exempelvis björk för konstruktionsändamål, har potential att fungera som en katalysator som gör det möjligt att samla tillräckliga mängder råvara för effektiv logistik och industriell användning.

Den praktiska nyttan av resultaten är tydlig på flera nivåer:

- För skogsbruket visar studien vilka kvalitetsfaktorer som är mest avgörande och därmed vilka egenskaper som kan påverkas genom skötsel, till exempel genom åtgärder som minskar krokighet och grov kvist.
- För aptering och sortering i skogen ger resultaten stöd för att mer differentierade och ändamålsanpassade sortiment kan öka resursutnyttjandet utan att konkurrera direkt med befintliga massavedsflöden.

- För industri och logistik belyser studien att tillgången på björkråvara för högre förädling i första hand är en systemfråga – där sortimentsstruktur, kravbild och transportlösningar behöver samspela – snarare än en fråga om råvarubrist.

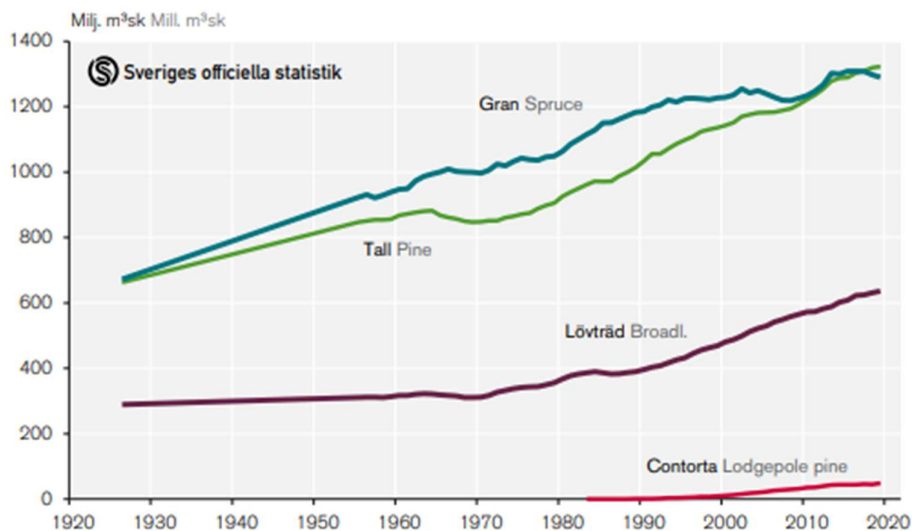
Sammantaget visar projektet att björkens framtida värdepotential i södra Sverige ligger i en bredare och mer flexibel produktportfölj, där traditionellt sågtimmer och fanér kompletteras med nya användningsområden. Genom att anpassa sorteringsregler och acceptera variation i form och utseende kan en större del av den befintliga björkvolymen användas mer effektivt, vilket stärker både lönsamhet och resurseffektivitet i ett skogsbruk med ökande lövinslag.

Bakgrund

Den svenska avverkade virkesråvaran av björk och övriga lövträd används i dag främst till massaved och brännved, trots att en del av volymerna håller dimensioner och kvaliteter som potentiellt kan förädlas till sågade produkter. Tidigare studier har pekat på att "dolda" sågkvaliteter förekommer i dessa flöden, vilket innebär att det finns en potential att öka andelen lövtimmer som kan nyttjas högre upp i värdekedjan (Bylund & Rytter 1997, Iwarsson m.fl. 2024).

Lövträdens volymandel och betydelse förväntas öka. I Sverige avverkas drygt 10 miljoner m³sk lövträd per år, och ett ökat lövinslag lyfts fram som önskvärt för att skapa mer resilienta och hållbara skogar (Skogsdata 2022). Drivkrafter är bland annat förändrade odlingsförhållanden kopplade till klimat samt policy- och certifieringskrav. Ett större inslag av löv kan också bidra till riskspridning, eftersom lövträd generellt har andra känsligheter och motståndskraft mot skadegörare och klimatrelaterade risker jämfört med barrträd (Fahlvik m.fl. 2021).

Björk är Sveriges tredje vanligaste trädslag och utgör enligt Skogsdata (2022) cirka 466 miljoner m³sk, motsvarande omkring 13 procent av virkesförrådet. Totalt utgör lövträd ungefär 20 procent av volymen, och andelen är särskilt hög i klenare dimensionsklasser; exempelvis anges att björk utgör cirka 23 procent av den stående volymen i trädklass 100–149 mm i brösthöjd (Iwarsson m.fl. 2024). Denna struktur, tillsammans med utvecklingen över tid (figur 1), indikerar att björkvolymer och därmed den framtida tillgängligheten på björkråvara kommer att vara fortsatt betydande och sannolikt ökande.



Figur 1. Virkesförrådet levande träd fördelat på trädslag, 1926–2019 (Skogsdata 2022).

En ökande andel björk i skogen innebär samtidigt en ekonomisk och industriell utmaning, om råvaran fortsatt huvudsakligen avsåts till lågförädlade sortiment. Med dagens prisrelationer riskerar rotnettot att minska när mer välbetalda barrtimmersortiment ersätts av lövvolymer utan motsvarande timmeravsättning, trots att

en del av björken håller timmerdimensioner. Det ökar behovet av en mer diversifierad produktportfölj för björk – där råvaran kan styras mot olika slutprodukter beroende på dimension, form och kvalitet. Detta kan exempelvis vara pappers- och textilmassa, plywood/svarvade produkter samt möbler och inredning (Karlsson m.fl. 2011). Björkens densitet ger dessutom förutsättningar för goda hållfasthetsegenskaper vilket gör det relevant att även pröva funktionsbaserade sortiment (t.ex. konstruktionsinriktade produkter) som komplement till traditionella visuella kvalitetskrav (Lemke m.fl. 2023, Woxblom 2025).

Tidigare studier gällande björk som råvara för sågade produkter har pekat på flera hinder för en bredare industriell utveckling. Efterfrågan på massiv björk kan vara trendkänslig och volatil och sågverk har haft svårt att säkra tillräckliga leveranser av rätt kvalitet vid rätt tidpunkt (Mölle & Fors 2023). I praktiken förstärks detta av att björkvolymer ofta är geografiskt utspridda och att den ekonomiskt transportabla volymen av godkända stockar per avverkningsobjekt kan vara låg. Detta gör logistik och flödesplanering avgörande för en fungerande leveranskedja (Lindgren m.fl. 2025).

Samtidigt ger dagens skördardata (hpr-filer) en unik möjlighet att beskriva avverkning, bestånd och aptering i stor skala, eftersom de innehåller stam- och stockdata (dimensioner, volymer och apterade sortiment) samt stamvisa uppgifter som trädslag och position (Arlinger, m.fl. 2012). Däremot saknas normalt information om flera kvalitetsegenskaper som är centrala för såg- och fanéruyttjande. Detta gör att skördardata behöver kompletteras med stockvisa kvalitetsmätningar för att kunna kvantifiera den potentiella råvarutillgången för högre förädling. Mot denna bakgrund kombinerar föreliggande studie individuella mätningar av björkstockars egenskaper med skördardata för att analysera hur kvalitetsutfall påverkar sortimentsutfallet i skogen, och vilka volymer som kan bli logistiskt meningsfulla för alternativa användningsscenarier.

Syfte och mål

Studiens syfte var att kvantifiera hur kvalitetsrelaterade egenskaper hos björkstockar påverkar sortimentsutfallet i skogen och därmed tillgången på björkråvara för sågade produkter, fanér och alternativa användningsområden.

För att uppnå syftet hade studien följande mål:

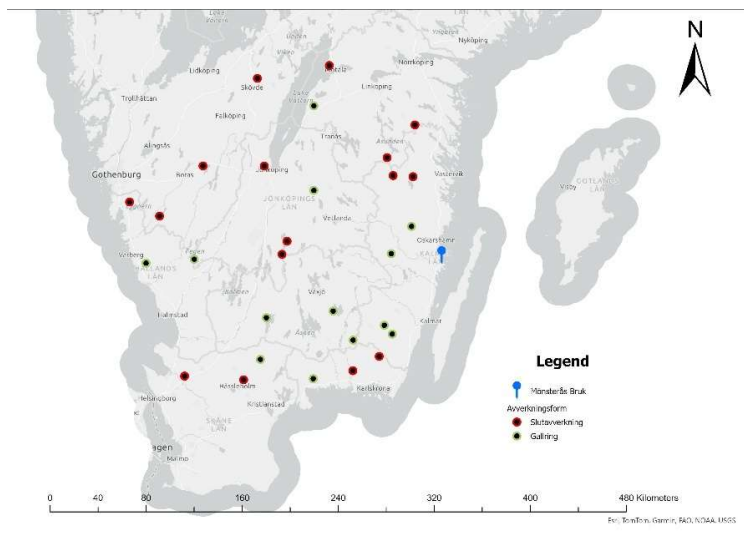
1. Beskriva materialet genom att sammanställa dimensionsfördelning och sortimentsfördelning för björkstockar i skördardata (hpr-filer) samt beskriva beståndens egenskaper i de ingående avverkningsobjekten.
2. Kartlägga kvalitetsegenskaper hos ett urval av individuellt uppmätta björkstockar ($n = 840$) avseende bland annat röta, rödkärna, kvistar, krokighet, sprickor och rotveck samt ange förekomst och variation för respektive egenskap.
3. Identifiera begränsande faktorer genom att analysera vilka egenskaper som främst leder till diskvalificering i olika sorterings-/apteringsscenarier.
4. Testa scenarier för sortering och aptering (sågtimmer, fanér och funktionsbaserat konstruktionsscenario) och beräkna andelen godkända stockar samt godkänd volym per hektar och per avverkningsobjekt.
5. Belysa logistiska konsekvenser genom att uppskatta vilka arealer och vilka nivåer av godkänd volym som typiskt krävs för att nå transportmässigt meningsfulla leveranser (t.ex. omkring 50 m^3) under olika scenarier.

Material och metod

Eftersom björkvolymerna ofta är utspridda som mindre volymer per avverkningsobjekt var planen att i steg ett följa upp den volym som levereras till massabruk. I dag apteras björkkubb/timmer vid alla avverkningar där det är lämpligt (här definierat som $>10 \text{ m}^3 \text{fub}$). Då volymen björktimmer som sågas är begränsad samtidigt som efterfrågan på björkmasaved är hög, transporteras och processas en stor andel av björktimret vid massabruk. I södra Sverige sker detta främst vid bruken i Mönsterås och Mörrum.

Insamling och provtagning

Stockarna samlades in från 29 avverkningsobjekt med tillräcklig björkvolym, ofta motsvarande en full timmerbilslast. Dessa avverkningsobjekt sorterades fram med hjälp av specialister från Södra. Målsättningen var att avverkningsobjekten skulle vara så jämnt geografiskt spridda som möjligt över hela Götalandsregionen (figur 2). Vid leverans till Mönsterås massabruk skulle, om möjligt, varje bil omfatta minst en trave med björksågstockar och en trave med björkmasaved för att möjliggöra urval. Om hela bilens last bestod av björkstockar valdes en trave med björksågstockar (sortiment kubb) och en trave med björkmasaved ut för vidare analys och placerades separat. Från de utvalda travarna valdes därefter 30 stockar slumpmässigt ut för stockvisa mätningar av kvalitetsegenskaper.



Figur 2. Karta över avverkningsobjekt, avverkningsform och insamlingsplats vid Mönsterås bruk.

Totalt samlades skördardata in för 188 180 stockar. Av dessa var 48 746 björkstockar och 24 775 stockar av övrigt/löv registrerade trädslag. Av de björkstockar som levererades till massabruket valdes 840 stockar (0,4 % av samtliga björkstockar i skördardata) ut för mätningar av stockegenskaper. Av dessa 840 stockar valdes 330 stockar (0,2 % av alla björkstockar i skördardata) ut för sågning och vidare analyser vid RISE och Linnéuniversitetet. Från de stockar som valdes ut för sågning togs även ett barkprov för ett kolorimetriskt kemiskt test i syfte att identifiera björktyp: vårtbjörk (*Betula pendula*) eller glasbjörk (*Betula pubescens*) (Teagasc 2022).

Beskrivning av avverkningsobjekt och bestånd

De avverkningsobjekt som ingick i studien omfattade totalt 29 objekt, varav 13 gallringar (G) och 16 slutavverkningar (SA) (bilaga 1). Objektens areal varierade mellan 1,0 och 32,6 hektar (median 3,0 ha). För de objekt där ålder fanns angiven varierade beståndsåldern mellan 35 och 69 år (medel 54,8 år), och ståndortsindex låg i intervallet 30–36 (dominerat av G31–G36).

Stamantalet uppgick till 201–726 stammar per hektar (median 446 st/ha), varav björk utgjorde 23–399 stammar per hektar (median 182 st/ha). Detta motsvarade en björkandel på 4,9–99,5 procent av stamantalet (median 40,9 %), vilket visar att de provtagna objekten omfattade allt från barrdominerade bestånd med inslag av björk till björkdominerade bestånd.

Den totala virkesvolymen varierade mellan 57 och 263 m³fub per hektar (median 147 m³fub/ha). Björkvolymen uppgick till 7–199 m³fub per hektar (median 59 m³fub/ha), vilket motsvarade 2,9–99,5 procent av totalvolymen (median 34,3 %). Grundytan varierade mellan 8,6 och 34,5 m² per hektar (median 18,8 m²/ha), och björkens grundyta mellan 0,9 och 24,5 m² per hektar (median 7,7 m²/ha), motsvarande 3,3–99,6 procent av total grundyta (median 36,8 %). Björkens dimensionsnivå i objekten beskrevs av DBH 163 till 277 millimeter (medel 218 mm) och HGV 17,9–25,5 meter (medel 21,3 m), medan övre höjd varierade mellan 19 och 31 meter (medel 24,1 m).

Metod för mätning av egenskaper

Kvaliteten på björkstockarna mättes av virkesspecialister från Biometria vid Mönsterås bruk. För varje enskild björkstock med toppdiameter ≥ 14 centimeter registrerades identitets- och bakgrundsvariabler (figur 3). Dimensioner mättes som diameter vid basen (50 cm från rotkapet; mm) och toppkap (10 cm in från toppänden; mm) samt stocklängd (cm). Formegenskaper inkluderade avsmalning (mm/m). Förekomst och omfattning av röta och rödkärna registrerades vid rot- respektive toppkap som diameter (mm) (tabell 1).



Figur 3. En trave med björkkubbstockar utlagda för slumpmässigt urval och mätning av stockegenskaper (n = 30).

Kvist registrerades som antal kvistar i diameterklasser (≤ 10 mm, 11–40 mm, > 40 mm) uppdelat på kvisttyp: frisk kvist, torr kvist, barkinväxt kvist samt rötqvist.

Strukturella defekter registrerades som dubbeltopp och klyka. Krokighet bedömdes i tre kategorier för långkrök och slängkrök uttryckt som procent per meter (<1,5 %/m, 1,5–2,5 %/m, >2,5 %/m) samt ändkrök i tre längdklasser (<20 cm, 20–60 cm, >60 cm).

Sprickor registrerades som mårspicka vid rot- och toppkapp (bredd i mm och längd i cm). Ringspricka vid rot- och toppkapp samt andra sprickor i den sågbara cylindern vid rot- och toppkapp registrerades. Kapspricka registrerades som flagga (finns/finns inte). Slutligen registrerades rotveck och dess djup (cm).

Tabell 1. Mätta egenskaper för enskilda björkstockar.

Variabelgrupp	Enhet
Identitet & bakgrund	Virkesordernummer, stocknummer, sågstock, stocktyp, stockplats
Dimensioner & form	Diameter rot (50 cm in) (mm), diameter topp (10 cm in; mm), längd (cm), avsmalning (mm/m)
Röta & rödkärna	Röta vid rotkap (mm), röta vid toppkap (mm), rödkärna vid rotkap (mm), rödkärna vid toppkap (mm)
Kvistar (typ × storleksklass)	Antal kvistar per typ (frisk/torr/barkinväxt/röt) i klasserna ≤10, 11–40, >40 mm (antal)
Strukturella defekter	Dubbeltopp, klyka (flagga)
Krokighet	Långkrök: <1,5 / 1,5–2,5 / >2,5 %/m (klass). Slängkrök: <1,5 / 1,5–2,5 / >2,5 %/m (klass). Ändkrök: <20 / 20–60 / >60 cm (klass)
Sprickor	Mårspicka rot/topp: bredd (mm), längd (cm). Ringspricka rot/topp (flagga). Andra sprickor i sågbar cylinder rot/topp (flagga). Kapspricka (flagga)
Rotveck	Rotveckdjup (cm)

Beståndsegenskaper och aptering

För de utvalda virkesordrarna hämtades skördarnas produktionsfiler (hpr-filer) som omfattar samtliga upparbetade stammar och stockar. Med hjälp av Skogforsks analys- och beräkningsmodul hprCM och hprGarlling rekonstruerades stammar och bestånd baserat på skördardata, varefter skogliga nyckeltal beräknades, såsom avverkningstyp, trädslagsblandning, avverkad areal, avverkad volym per hektar samt medelstam per trädslag.

I produktionsfilerna lagras data både stamvis (t.ex. trädslag, diameter brösthöjd (DBH), stamnummer och koordinater) och stockvis (t.ex. diametrar, längder och volymer). De stockvisa data användes för att analysera utfall av björktimmer under fem olika apteringsinstruktioner.

Definition av scenarier och apteringsinstruktioner

För att analysera hur olika kvalitetskrav påverkar möjligheten att använda björkstockar för olika ändamål definierades tre huvudsakliga scenarier med tillhörande delscenarier. Varje scenario representerar ett praktiskt eller teoretiskt användningsområde och skiljer sig i hur defekter såsom rödkärna, kvistar och krök behandlas. Samtliga scenarier tillämpar samma grundläggande beräkningsmetodik, men med olika toleransnivåer.

Gemensamma grundregler (alla scenarier)

En stock godkänns endast om följande grundkrav uppfylls:

- **Röta:** Förekomst av röta är inte tillåten.
- **Sprickor:** Förekomst av sprickor är inte tillåten.
- **Toppdiameter under bark:**
 - Vid toppdiameter < 200 mm på bark reduceras diametern med 15 mm.
 - Vid toppdiameter ≥ 200 mm på bark reduceras diametern med 25 mm.
- **Sågcylander:** Effektiv sågcylander under bark beräknas som

$$D_{cyl} = D_{ub} - 15 \cdot (\text{krökning i cm/m})$$

där krökning beror på vilka krökklasser som tillåts i respektive scenario.

Endast stockar som uppfyller samtliga tillämpliga krav i respektive scenario betraktas som godkända.

Scenario 1 – Sågtimmer (dagens krav i Sverige)

Scenario 1 representerar dagens industriella krav för björksågtimmer i Sverige, där fokus ligger på visuell kvalitet, begränsade defekter och goda sågegenskaper för möbler och inredning.

Scenario 1.1 – Strikta sågtimmerkrav

- **Rödkärna:** Tillåten upp till maximalt 33 procent av diametern både vid rot- och toppkap.
- **Kvistar:**
 - Rötkvistar samt kvistar med en diameter större än 40 mm är inte tillåtna.
 - Totalt antal tillåtna kvistar får vara maximalt 10.
- **Krök:**
 - Endast långkrök upp till 2,5 procent/m (krökklasser <1,5 % och 1,5–2,5 %).
 - Slängkrök och ändkrök är inte tillåtna.
 - Minsta tillåtna sågcylander: 120 mm under bark.

Scenario 1.2 – Sågtimmer med tillåten slängkrök vid anpassad sågning

Scenario 1.2 motsvarar sågtimmer där sågverket har anpassat sågprocessen för att hantera mindre grad av slängkrök.

Samma krav som i Scenario 1.1 tillämpas, med följande skillnader:

- Slängkrök <1,5 procent/m tillåts och inkluderas i beräkningen av sågcyldern.
- Slängkrök ≥1,5 procent/m samt ändkrök är inte tillåtna.
- Övriga krav avseende rödkärna, kvistar, långkrök och minsta tillåtna sågcylander är identiska med Scenario 1.1.

Scenario 1 utgör därmed en konservativ kvalitetsnivå som speglar dagens svenska sorteringspraxis för björksågtimmer.

Scenario 2 – Fanérstock (dagens krav i Sverige)

Scenario 2 representerar dagens svenska krav för fanérstockar, där fokus ligger på dimensionsstabilitet och fiberkvalitet snarare än färg och kvistfrekvens.

Scenario 2.1 – Fanérstock med strikt krökbegränsning

- **Rödkärna:** Ingen begränsning.
- **Kvistar:**
 - Rötkvistar samt kvistar med en diameter större än 40 mm är inte tillåtna.
 - Ingen begränsning av totalt antal kvistar.
- **Krök:**
 - Endast långkrök upp till 2,5 procent/m tillåts.
 - Slängkrök och ändkrök är inte tillåtna.
 - Minsta tillåtna sågcylder: 105 mm under bark.

Scenario 2.2 – Fanérstock med tillåten släng- och ändkrök

Scenario 2.2 motsvarar fanérstockar där sorteringen tillåter både slängkrök och begränsad ändkrök, i linje med dagens produktionspraxis för fanér.

Samma krav som i Scenario 2.1 tillämpas, med följande tillägg:

- Slängkrök upp till 2,5 procent/m tillåts.
- Ändkrök upp till 20 cm tillåts och betraktas som acceptabel, eftersom kortare ändstycken kan kapas bort före fanérsvarvning.
- Minsta tillåtna sågcylder kvarstår på 105 mm under bark.

Scenario 2 speglar därmed en mer produktionsinriktad sortering, anpassad för fanérproduktion.

Fanérstockar apteras normalt till stocklängder mellan 277 och 330 cm. I denna studie apterades samtliga stockar till 300 cm, vilket innebär att även stockar med upp till 20 cm ändkrök kan apteras korrekt.

Scenario 3 – Konstruktionstimmer (teoretiska C24-krav)

Scenario 3 representerar ett teoretiskt användningsscenario där björkstockar bedöms utifrån sin potentiella användning som konstruktionsvirke motsvarande funktionsnivå hållfasthetsklass C24. Detta scenario är inte avsett att spegla dagens industriella sortering, utan att undersöka möjlig maximal resursanvändning baserad på mekaniska krav.

- **Rödkärna:** Ingen begränsning.
- **Kvistar:**
 - Endast rötkvistar är diskvalificerande.

- Övriga kvisttyper tillåts utan begränsning.
- **Krök:**
 - Långkrök och slängkrök upp till 2,5 procent/m tillåts.
 - Ändkrök upp till 20 cm, motsvarande den kortaste ändkrösklassen.
 - Minsta tillåtna sågcylander: 120 mm under bark.

Scenario 3 visar därmed hur stor andel av björkstockarna som teoretiskt skulle kunna användas för bärande konstruktioner om sorteringen baserades på funktionella och hållfasthetsrelaterade kriterier snarare än visuella kvalitetskrav.

Tabell 2. Översikt över kvalitetskrav för godkända björkstockar per scenario.

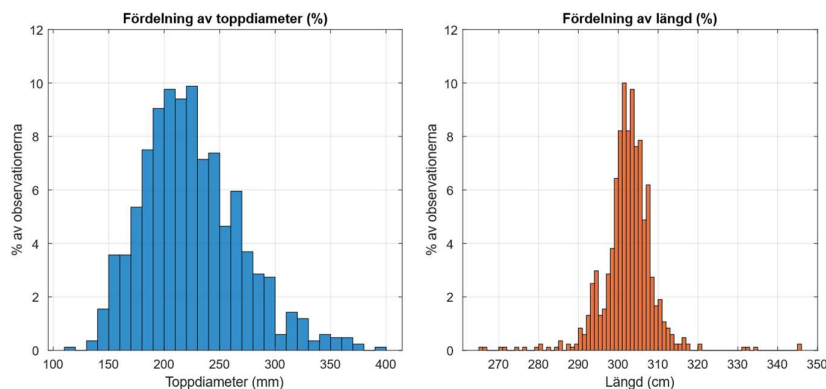
Regelgrupp	Scenario 1.1	Scenario 1.2	Scenario 2.1	Scenario 2.2	Scenario 3
Röta	Ej tillåten	Ej tillåten	Ej tillåten	Ej tillåten	Ej tillåten
Rödkärna	≤33 % av diametern (båda ändar)	≤33 % av diametern	Tillåten	Tillåten	Tillåten
Kvistar – otillåtna typer	Kvistar >40 mm oavsett typ	Kvistar >40 mm oavsett typ	Kvistar >40 mm oavsett typ	Kvistar >40 mm oavsett typ	Alla rötqvistar
Kvistar – max antal per stock	≤10 av tillåtna kvistar	≤10 av tillåtna kvistar	Ingen begränsning	Ingen begränsning	Ingen begränsning
Tillåten långkrök	1,5 %, 2,5 %*	1,5 %, 2,5 %*	1,5 %, 2,5 %*	1,5 %, 2,5 %*	1,5 %, 2,5 %
Slängkrök	Ej tillåten	Tillåten ≤1,5%	Ej tillåten	Tillåten ≤2,5 %	Tillåten ≤2,5 %
Ändkrök ≤20 cm	Ej tillåten	Ej tillåten	Ej tillåten	Tillåten	Tillåten
Minsta sågcylander (mm)	120	120	105	105	120
Barkavdrag stock top-diameter på bark (<200/ ≥200 mm)	15 / 25 mm	15 / 25 mm	15 / 25 mm	15 / 25 mm	15 / 25 mm

* I praktiken förekommer sorteringsregler med högre tillåten långkrök (t.ex. ~3,3 procent/m för sågtimmer och upp till ~5 procent/m för fanér i vissa tillämpningar). I denna studie registrerades långkrök i klasser upp till >2,5 procent/m, vilket begränsar upplösningen. En känslighetsanalys (se Diskussion) indikerar dock att en höjning över 2,5 procent/m endast ger en marginell ökning i godkänd andel (≈1–3,5 procentenheter).

Resultat

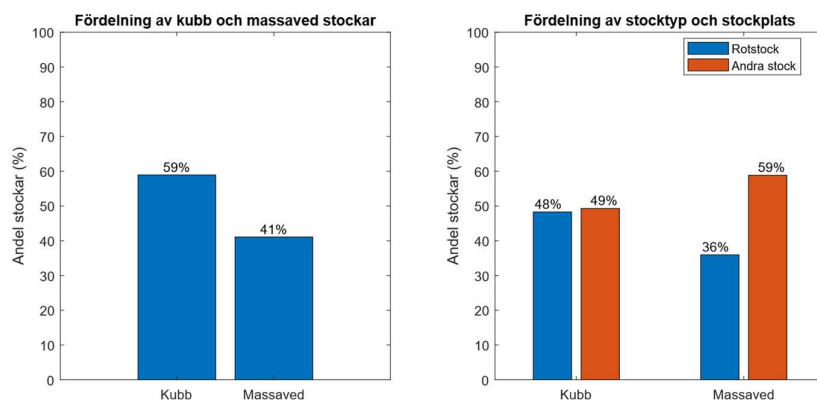
Figur 4 visar fördelningen av toppdiameter och stocklängd för de individuellt uppmätta björkstockarna. Toppdiametern uppvisade en bred variation med en tydlig tyngdpunkt kring 200–220 mm, medan en mindre andel stockar hade betydligt grövre toppdiametrar. Detta ger en högerskev fördelning med enstaka observationer upp mot

cirka 380–400 mm. Stocklängden var däremot starkt koncentrerad kring cirka 300–310 cm med en topp runt 302–305 cm, vilket indikerar att materialet i huvudsak består av stockar apterade till standardlängd. Avvikande längder förekom endast sporadiskt, både kortare (cirka 270–290 cm) och längre (upp mot cirka 340–350 cm), och utgjorde en liten andel av observationerna.



Figur 4. Fördelning av toppdiameter (10 cm in; mm) och stocklängd (cm) för de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840). Staplarna visar andel av observationerna (%).

Den relativt snäva längdfördelningen speglar att apteringen i stor utsträckning följer etablerade massavedsinstruktioner med standardiserade längder. Längdfördelningen kan även påverkas av praktiska faktorer i produktionskedjan, såsom kalibrering av mätsystem i skördare och tillämpning av apteringsinstruktioner i fält. Sammantaget visar figuren att variationen i materialet framför allt drivs av dimension (toppdiameter), medan längden uppvisar betydligt mindre variationer.



Figur 5. Fördelning av de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840) mellan sortimenten kubb och massaved (vänster) samt fördelning av stocktyp (rotstock respektive annan stock) inom respektive sortiment (höger). Andelar anges i procent.

De insamlade björkstockarna hade en relativt jämn fördelning mellan sortimenten kubb och massaved, där kubb utgjorde 59 procent och massaved 41 procent av de uppmätta stockarna (figur 5). Rotstockar var vanligare inom kubbsortimentet än inom massavedstockar (48 respektive 36 procent), medan andrasortstockar dominerade i båda

sortimenten. Sammantaget visar detta att materialet inte enbart bestod av grova rotstockar, utan representerade en bredare variation av stocktyper, särskilt inom massavedsgruppen.

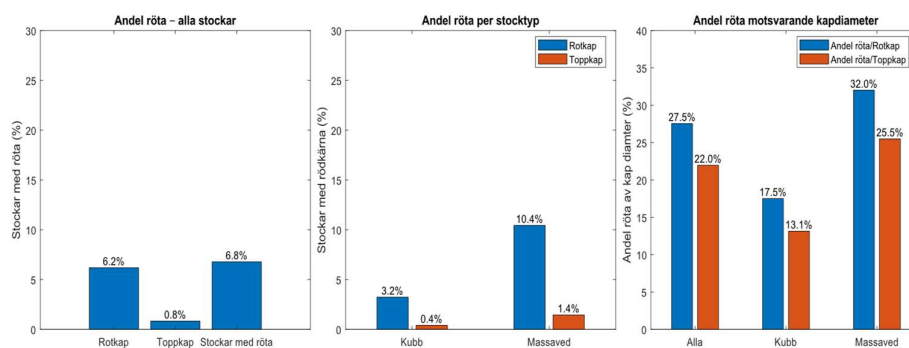
De 330 barkprover som analyserades för att skilja mellan björktyper visar att även här var fördelningen jämn, med 49,5 procent av stockarna från glasbjörk och 50,5 procent från vårtbjörk.

Övergripande björkkvalitet

Röta

Röta i björkstockar förekom relativt sällan, men betydligt oftare vid rotkap än vid toppkap (figur 6). Sammantaget hade 6,8 procent av stockarna röta i någon av kapytorna. Vid rotkap uppmättes röta i 6,2 procent av stockarna, medan motsvarande andel vid toppkap var 0,8 procent. Detta indikerar att rötan i huvudsak är kopplad till stockens nedre del och att röta vid toppkap förekommer mer sporadiskt.

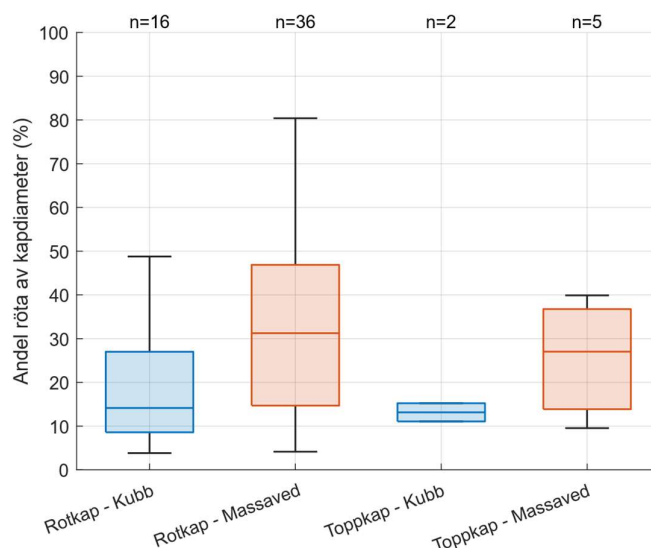
Vid uppdelning på sortiment framträder en tydlig skillnad, där massaved hade en högre andel stockar med röta än kubbsortimentet. Detta är förenligt med apteringsutfallet, där stockar med synliga defekter som röta oftare nedklassas till massaved. För kubb uppmättes röta i 3,2 procent av stockarna vid rotkap och 0,4 procent vid toppkap. För massaved var motsvarande andelar 10,4 procent (rotkap) och 1,4 procent (toppkap). Sammantaget visar detta att röt förekomsten är tydligt större i massavedsstockar, särskilt vid rotkap.



Figur 6. Förekomst och omfattning av röta i de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840), uppdelat på kapyta och sortiment. Vänster: andel stockar med röta vid rotkap, toppkap samt totalt. Mitten: andel stockar med röta vid rotkap respektive toppkap inom kubb och massaved. Höger: genomsnittlig rötandel uttryckt som rötans diameter i förhållande till kapdiameter (%) vid rotkap och toppkap för hela materialet samt per sortiment.

När rötans omfattning uttrycks som andel av respektive kapdiameter (dvs. rötans diameter relativt stockens kapdiameter) framgår att rötan, när den väl förekommer, ofta upptar en avsevärd del av kapytan. För hela materialet uppgick den genomsnittliga andelen röta till 27,5 procent vid rotkap och 22 procent vid toppkap. Även här framträder sortimentsskillnader: kubb hade lägre nivåer (17,5 % vid rotkap och 13,1 % vid toppkap) jämfört med massaved (32 % vid rotkap och 25,5 % vid toppkap). Det innebär att

massaved inte bara hade fler stockar med röta, utan även en större rötandel när röta förekom.



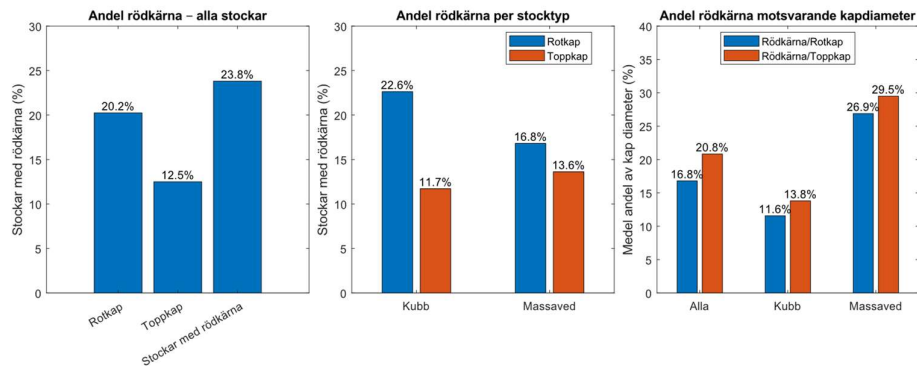
Figur 7. Variation i rötans omfattning uttryckt som andel av kapdiameter (%) för stockar med registrerad röta, uppdelat på kapyta (rotkap, toppkap) och sortiment (kubb, massaved). Boxplottarna visar median, kvartiler och spridning; n anger antal stockar med röta i respektive grupp.

Boxplottarna visar att rötandelen varierade betydligt mellan enskilda stockar, särskilt för rotkap i massaved, där spridningen var stor och inkluderade både låga och mycket höga rötandelar. För rotkap i kubb var rötandelen generellt lägre och variationen mindre. Vid toppkap var antalet observationer med röta få (särskilt för kubb), vilket innebär att resultaten för toppkap bör tolkas med försiktighet. Sammantaget visar figurerna att rötan i materialet främst är ett rotkapsfenomen och att den, när den förekommer, i genomsnitt är mer omfattande och mer varierande i massavedsstockar än i kubbstockar.

Den observerade röt förekomsten innebär att cirka 6,8 procent av de uppmätta björkstockarna i sågbar dimension uppvisade röta och därmed typiskt inte är lämpliga för sågning eller fanerproduktion enligt gällande kvalitetskrav.

Rödkärna

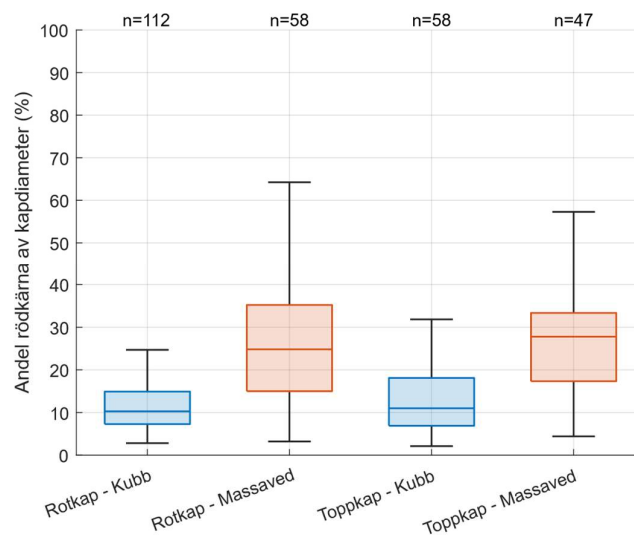
Rödkärna förekom betydligt oftare än röta i de individuellt uppmätta björkstockarna (figur 8). Sammantaget hade 23,8 procent av stockarna rödkärna i någon av kapytorna, jämfört med 6,8 procent med röta (figur 6). Rödkärna registrerades både vid rotkap (20,2 %) och toppkap (12,5 %), vilket skiljer sig från rötan som i huvudsak var koncentrerad till rotkap (6,2 % vid rotkap och 0,8 % vid toppkap).



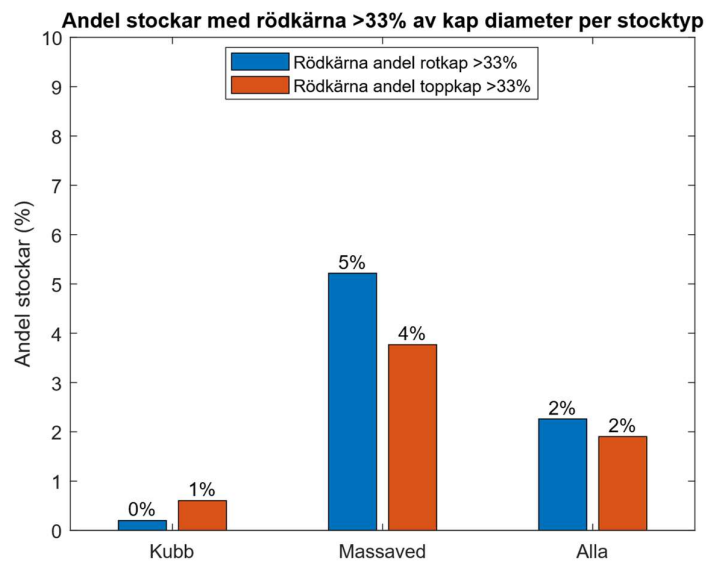
Figur 8. Förekomst och omfattning av rödkärna i de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840), uppdelat på kapyta och sortiment. Vänster: andel stockar med rödkärna vid rotkap, toppkap samt totalt. Mitten: andel stockar med rödkärna vid rotkap respektive toppkap inom kubb och massaved. Höger: genomsnittlig rödkärneandel uttryckt som rödkärnans diameter i förhållande till kapdiameter (%) vid rotkap och toppkap för hela materialet samt per sortiment.

Vid uppdelning på sortiment var skillnaderna mellan kubb och massaved mindre uttalade för rödkärna än för röta. För kubb uppmättes rödkärna i 22,6 procent av stockarna vid rotkap och 13,6 procent vid toppkap, medan motsvarande andelar för massaved var 16,8 procent (rotkap) och 13,6 % (toppkap) (figur 8). Detta indikerar att rödkärna inte styr sortimentsutfallet i samma utsträckning som röta, vilket är förenligt med att rödkärna ofta accepteras i såg- och fanerproduktion upp till en viss andel av stockens diameter.

När omfattningen av rödkärnan uttrycks som andel av kapdiameter framgår att den i genomsnitt låg under en tredjedel för hela materialet, men med tydliga skillnader mellan sortiment (figur 8). För kubb var den genomsnittliga rödkärneandelen 11,6 procent (rotkap) och 13,8 procent (toppkap), medan massaved uppvisade högre nivåer, 26,9 procent (rotkap) och 29,5 procent (toppkap). Boxplottarna visar samtidigt en stor variation, särskilt inom massaved där enskilda stockar uppvisade rödkärna som närmade sig, eller översteg, en tredjedel av kapdiameter (figur 9). Sammantaget innebär detta att rödkärna var en vanligare defekt än röta, men att den typiskt sett förekom på nivåer som i många fall ligger inom accepterade gränser för sågning och faner, även om en del stockar – särskilt inom massaved – uppvisade mer omfattande rödkärna.



Figur 9. Variation i rödkärnans omfattning uttryckt som andel av kapdiameter (%) för stockar med registrerad rödkärna, uppdelat på kapyta (rotkap, toppkap) och sortiment (kubb, massaved). Boxplottarna visar median, kvartiler och spridning; n anger antal stockar med rödkärna i respektive grupp.



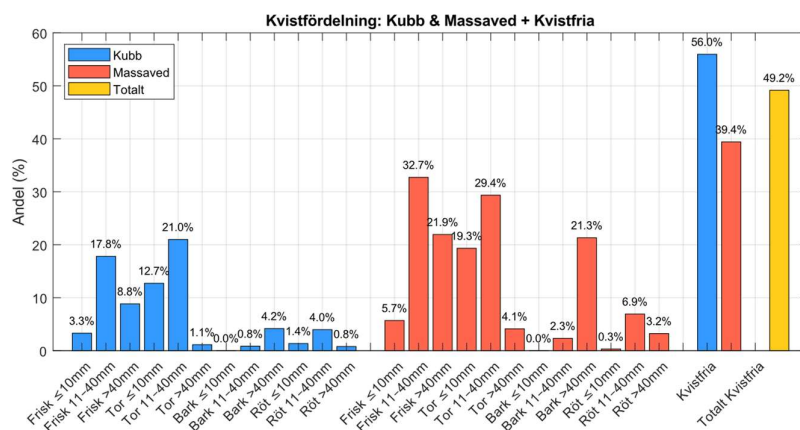
Figur 10. Andel björkstockar (%) med rödkärna som överstiger 33 procent av kapdiameter, uppdelat på sortiment (kubb, massaved) samt för hela materialet. Rödkärneandel redovisas separat för rotkap och toppkap.

Vid analys på stocknivå av andelen stockar där rödkärnan översteg 33 procent av kapdiametern – en praktisk riktlinje för när rödkärna kan påverka utbytet vid sågning eller fanerproduktion – framgår att andelarna var låga i materialet. I hela materialet överskred rödkärnan 33 procentsnivån i två procent av stockarna vid rotkap och strax under två procent vid toppkap (figur 10). Inom kubb var andelen mycket låg, med <0,5 procent vid rotkap och en procent vid toppkap över gränsen. För massaved var motsvarande andelar tydligt högre: fem procent vid rotkap och fyra procent vid toppkap. Sammantaget indikerar detta att rödkärna var relativt vanlig i materialet, men att den i de flesta fall låg under en nivå som typiskt bedöms som kritisk, särskilt inom kubbsortimentet.

Kvistegenskaper

Nästan hälften av de uppmätta stockarna var kvistfria (49,2 % totalt). Andelen kvistfria stockar var dock tydligt högre i kubb (56 %) än i massaved (39,4 %) (figur 11). Detta indikerar att kvistar i större utsträckning förekommer i den del av flödet som klassats som massaved. Samtidigt visar resultaten att det, ur ett kvistrelaterat perspektiv, fortfarande finns en betydande andel stockar i massavedsflödet som skulle kunna uppfylla kraven för sågtimmer.

Sammantaget visar figur 11 att kvist – och särskilt förekomst av kvistar >40 mm – är betydligt vanligare i massavedsgruppen än i kubb, vilket är relevant eftersom stora kvistar typiskt har stor påverkan på sågutbyte och produktkvalitet för dagens sågade och fanerade produkter. Denna kvistklass förväntas däremot ha mindre eller ingen påverkan på sortimentsutfallet i skogen vid produktion av konstruktionsvirke, där kvistantal och kviststorlek normalt har mindre betydelse.

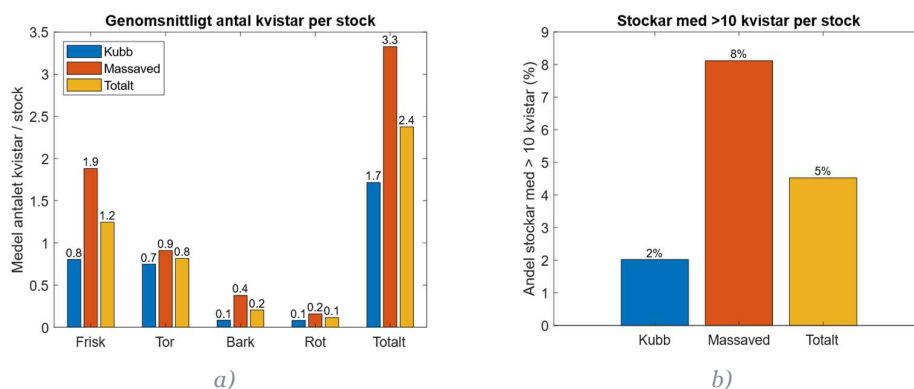


Figur 11. Kvistfördelning för de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840) uppdelat på sortiment (kubb, massaved) och kvisttyp (frisk, torr, barkinväxt, röt) i diameterklasserna ≤10 mm, 11–40 mm och >40 mm. Figuren visar även andelen kvistfria stockar per sortiment samt totalt. Andelar anges i procent.

I tolkningen bör samtidigt beaktas att studien inte registrerade sprötkvist som en separat kvisttyp, en del av denna problematik kan dock delvis fångas indirekt genom kategorin stora kvistar (>40 mm).

Om man studerar hur kvistar fördelas i genomsnitt framgår att massavedsstockarna hade fler kvistar per stock än kubbsstockarna (figur 12a). Den största skillnaden sågs för friska

kvistar, där massaved i genomsnitt uppvisade 1,9 friska kvistar per stock jämfört med 0,8 i kubb. För torra kvistar var nivåerna mer lika mellan sortimenten (0,9 i massaved och 0,7 i kubb). Barkinväxta kvistar och rötkvistar förekom generellt i låg omfattning, men var något vanligare i massaved (0,4 respektive 0,1 per stock) än i kubb (0,2 respektive 0,1 per stock). Sammantaget resulterade detta i ett högre totalt kvistantal i massaved (3,3 kvistar/stock) jämfört med kubb (1,7 kvistar/stock), medan medelvärdet för hela materialet var 2,4 kvistar/stock.



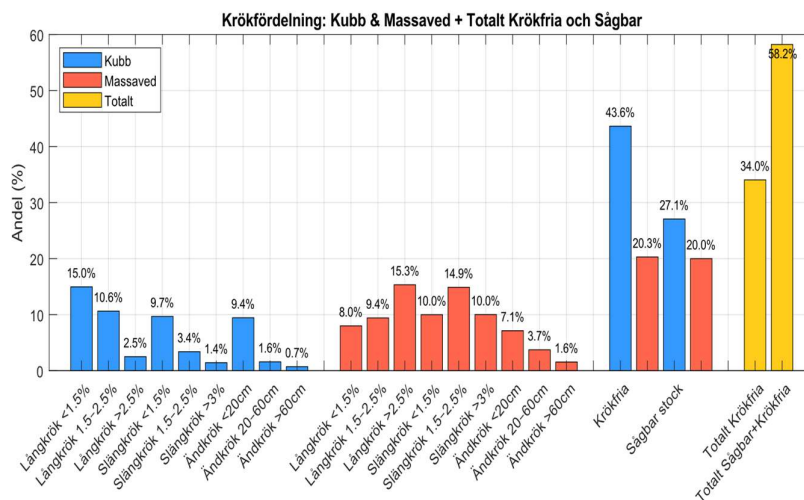
Figur 11. Kvistförekomst i de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840), uppdelat på sortiment (kubb, massaved) samt totalt. a) Medelantal kvistar per stock för kviststyperna frisk, torr, barkinväxt och röt samt totalt antal kvistar per stock. b) Andel stockar (%) med fler än 10 kvistar per stock inom respektive sortiment och totalt.

Vidare visar figur 12b andelen stockar som överskred en praktisk gräns om >10 kvistar per stock, vilket motsvarar dagens maximalt tillåtna antal för såg- och fanerstock (under förutsättning att kvistarna är av godkända typer och dimensioner). Andelen stockar med mer än 10 kvistar var låg totalt (5 %), men skiljde sig tydligt mellan sortimenten: två procent för kubb och åtta procent för massaved. Detta indikerar att kvistbegränsningen sällan överskrids i kubbsortimentet, men att en större andel av massavedsstockarna har ett kvistantal som kan vara kritiskt för sortering till högre förädlingsprodukter enligt dagens krav. Som en kompletterande observation kan noteras att enstaka stockar hade ett kvistantal som tydligt översteg gränsen 10 kvistar per stock. I materialet uppmättes maximalt 19 kvistar på en enskild stock, vilket visar att kvistförekomsten i enstaka fall kan vara mycket hög även om andelen sådana stockar är liten.

Om kravnivåerna ändras, exempelvis genom introduktion av konstruktionsvirke som nytt sortiment där kviststorlek och kvistantal ofta har mindre betydelse, kan en större andel av de stockar som i dag hamnar i massaved potentiellt bli aktuella för sågade produkter.

Krökegenskaper

Figur 13 visar fördelningen av krokighet för de individuellt uppmätta björkstockarna, uppdelat på sortiment (kubb och massaved). Sågbar stock definieras här som stockar med enbart långkrök $\leq 2,5$ procent/m och utan släng eller ändkrök. Sammantaget var 34 procent av stockarna krökfria, medan 58,2 procent klassades som "sågbar + krökfria", det vill säga uppfyllde kriterierna för sågbarhet med avseende på krokighet (inklusive krökfria stockar). Detta innebär att cirka 41,8 procent av materialet hade en krokighet som överskred gränsen för sågbarhet enligt den använda klassningen.



Figur 12. Fördelning av krokighetstyper och krokighetsnivåer för de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840), uppdelat på sortiment (kubb, massaved) samt totalt. Figuren visar andelar (%) för långkrök, slängkrök och ändkrök samt sammanfattande andelar krökfria stockar och stockar som bedömts som sågbar med avseende på krokighet. Krökklasser redovisas som andel av samtliga stockar, medan "sågbar stock" avser andel av de krokiga stockarna som uppfyller kriteriet långkrök $\leq 2,5$ %/m.

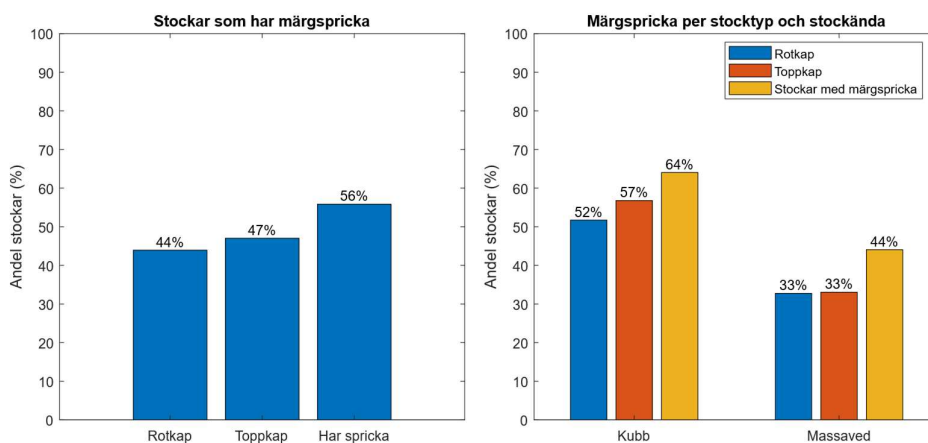
Vid jämförelse mellan sortiment framgår att kubb hade en högre andel krökfria stockar (43,6 %) än massaved (20,3 %). Trots detta var andelen som bedömdes som sågbar relativt lik mellan sortimenten, 27,1 procent för kubb och 20 procent för massaved, vilket indikerar att en betydande del av de icke krökfria kubbstockarna ändå låg inom acceptabel krokighetsnivå.

Fördelningen mellan krokighetstyper visar att både långkrök och slängkrök förekom i flera nivåer, liksom ändkrök i längdklassen <20 cm. Ändkrök i längdklasserna 20–60 cm och >60 cm förekom däremot mer sällan. Den relativt högre förekomsten av kort ändkrök (<20 cm) kan delvis vara kopplad till apteringen, där variation i hur strikt apteringsinstruktionerna tillämpas kan påverka i vilken utsträckning korta krökar kapas bort. Massaved uppvisade generellt högre andelar i flera krokighetskategorier jämfört med kubb, vilket är förenligt med att krokighet är en starkt sortimentsstyrande egenskap för såg- och fanerutnyttjande.

Sprickor

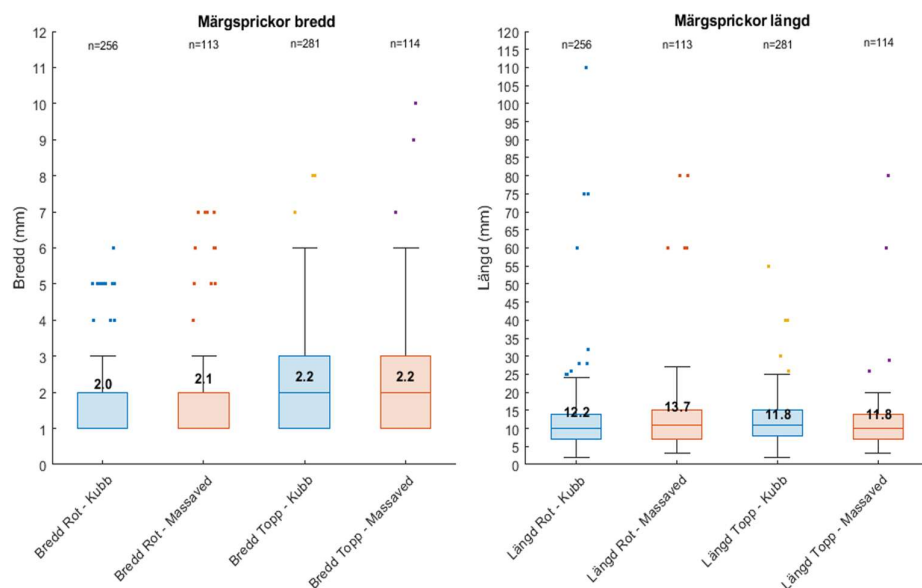
Märgsprickor var relativt vanliga i materialet (figur 14–15). Sammantaget hade 56 procent av stockarna märgspricka i minst en av kapytorna. Förekomsten var likartad mellan kapytorna, med 44 procent vid rotkap och 47 procent vid toppkap (figur 14).

När sprickornas storlek studeras framgår att de i genomsnitt var små (figur 15). Sprickbredden låg runt 2,0–2,2 mm (medelvärden per grupp), och spricklängden låg runt 11,8–13,7 mm (medelvärden per grupp). Samtidigt förekom enstaka längre sprickor (outliers), men huvuddelen av observationerna låg på väsentligt kortare nivåer.



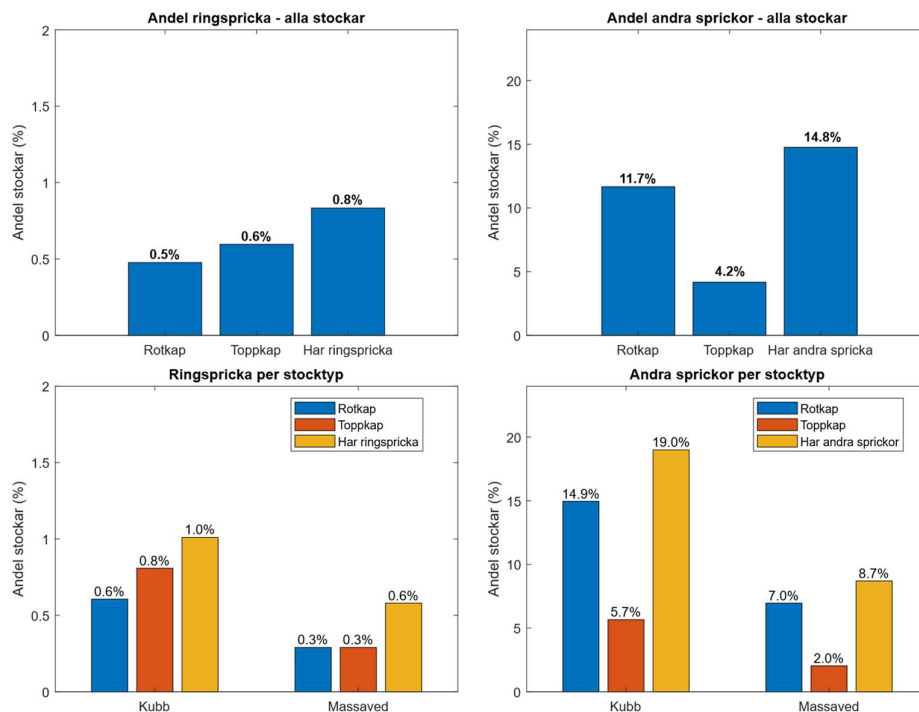
Figur 13. Förekomst av märgsprickor i de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840). Vänster: andel stockar (%) med märgspricka vid rotkap, toppkap samt totalt (spricka i minst en kapyta). Höger: motsvarande andelar uppdelat på sortiment (kubb, massaved).

Vid tolkning av resultaten bör beaktas att stockarna i studien i flera fall lagrades relativt länge mellan ankomst och mätning, eftersom virket hanterades i batcher inför sågning. Detta kan ha ökat frekvensen av märgsprickor jämfört med en mer direkt mätkedja. Trots den relativt höga förekomsten indikerar sprickornas begränsade storlek att de ofta ligger inom vad som typiskt accepteras för fanerstock, exempelvis enligt Latvijas Finieris (2025) där radiella torksprickor tillåts upp till 70 mm längd eller under förutsättning att sidoytan inte spricker upp.



Figur 14. Storlek på märksprickor i de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840), uppdelat på kapyta (rotkap, toppkap) och sortiment (kubb, massaved). Vänster: sprickbredd (mm). Höger: spricklängd (mm). Boxplottarna visar median, kvartiler och spridning; n anger antal observationer med registrerad märkspricka i respektive grupp.

Samtidigt kan även små sprickor påverka utbytet genom att delar behöver kapas bort vid sortering eller upparbetning. Ringsprickor förekom sällan i materialet (figur 16). Sammantaget registrerades ringspricka i 0,8 procent av stockarna i minst en av kapytorna. Förekomsten var något högre vid toppkap (0,6 %) än vid rotkap (0,5 %). Med avseende på acceptans innebär den låga frekvensen att ringsprickor hade begränsad betydelse på grupp-nivå i materialet, men kan på individ-nivå vara mer kritiska än märksprickor eftersom de kan indikera sprickbildning som påverkar sammanhållningen i tvärsnittet.



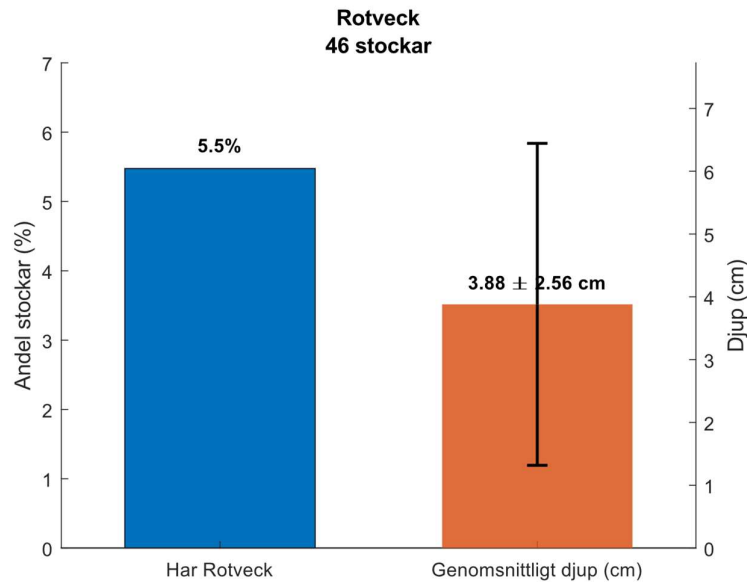
Figur 15. Förekomst av ringspricka och andra sprickor i sågbar cylinder i de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840). Övre panel: andel stockar (%) med ringspricka respektive andra sprickor vid rotkap, toppkap samt totalt (spricka i minst en kapyta). Nedre panel: motsvarande andelar uppdelat på sortiment (kubb, massaved).

Andra sprickor i den sågbara cylindern var tydligt vanligare än ringsprickor (figur 16). Totalt hade 14,8 procent av stockarna annan spricka i minst en kapyta. Förekomsten var högre vid rotkap (11,7 %) än vid toppkap (4,2 %), vilket tyder på att dessa sprickor oftare påverkar stockens nedre del. I båda sortimenten var sprickorna vanligare vid rotkap (kubb 14,9 %, massaved 7 %) än vid toppkap (kubb 5,7 %, massaved 2 %).

De "andra sprickorna" representerar sprickor inom den sågbara cylindern och kan omfatta flera spricktyper, men bedöms i huvudsak vara kopplade till hantering och upparbetning, exempelvis fällningsrelaterade sprickor eller sprickor som uppstår vid kapning. Jämfört med margsprickor är denna spricktyp typiskt mer relevant för acceptans och utbyte vid sågning, eftersom sprickor i den sågbara cylindern kan leda till sänkt utbyte, ökad urkapning eller nedklassning vid kvalitetsbedömning.

Rotveck

Rotveck förekom relativt sällan i materialet (figur 17). Totalt registrerades rotveck i 5,5 procent av de individuellt uppmätta stockarna (46 stockar), vilket indikerar att defekten är begränsad på grupp-nivå men ändå förekommer i en icke försumbar andel av materialet. För de stockar där rotveck registrerades var det genomsnittliga rotveckdjupet $3,88 \pm 2,56$ cm, vilket visar på en tydlig variation mellan enskilda stockar och att enstaka fall kan ha ett djup som närmar sig eller överstiger praktiska gränsvärden för fanérstockar.

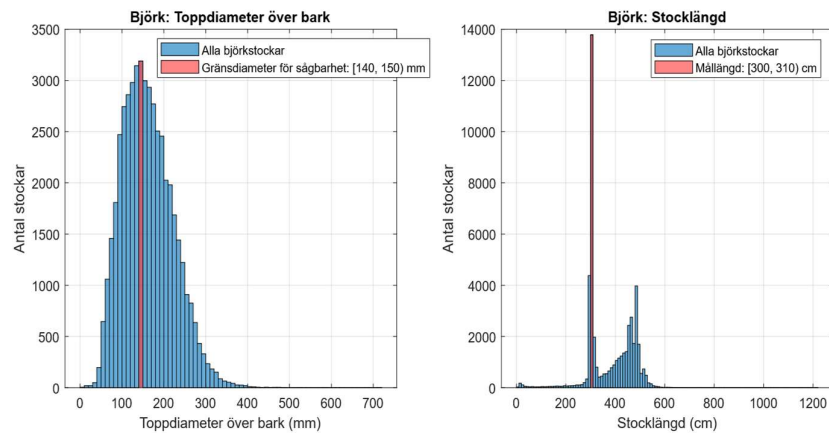


Figur 16. Förekomst av rotveck och rotvecksdjup i de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840). Vänster: andel stockar (%) med registrerat rotveck. Höger: genomsnittligt rotveckdjup (cm) för stockar med rotveck (n = 35); felstaplar visar $\pm$ standardavvikelse.

Som jämförelse anger Latvijā Finieris (2025) för björkfaner att rotveck (längsgående fårör vid rotänden) kan accepteras under vissa villkor, med ett tillåtet djup upp till 5 cm. I denna studie låg medeldjupet under denna nivå, men spridningen indikerar att en del stockar kan överskrida gränsvärdet. Sammantaget tyder resultaten på att rotveck sannolikt påverkar en mindre del av stockarna och främst genom lokala urkapningsbehov eller minskat utbyte, snarare än genom generell diskvalificering, beroende på hur rotvecket förhåller sig till den aktuella faner- eller sågcyklindern.

Godkännandegrad per scenario och kategori

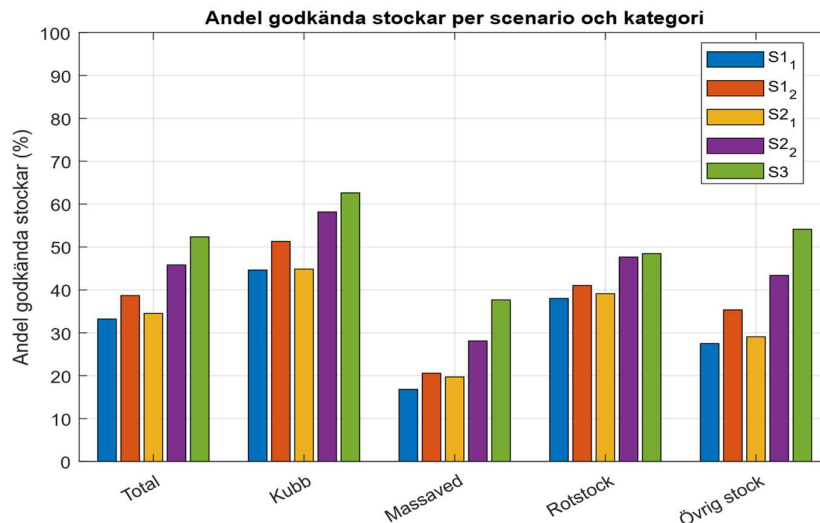
För att utvärdera hur björk kvalitet påverkar sortimentsutfallet i skogen tillämpades en kvalitetsvektor på samtliga björkstockar som registrerats vid avverkning i skördardata (hpr-filer). Figur 18 visar dimensionsfördelningen för samtliga björkstockar i skördardatat. Toppdiametern över bark uppvisar en tydligt en-toppig fördelning med tyngdpunkt i intervallet cirka 120–200 mm och en avtagande andel grövre stockar, vilket ger en högerskev svans mot större diametrar. Stocklängderna uppvisar samtidigt en stark koncentration till ett fåtal apteringslängder, med en tydlig topp kring cirka 300–310 cm, vilket speglar en standardiserad aptering i fält i linje med efterfrågad tremeterslängd. Därutöver förekommer även fallande längder, främst kopplade till massavedsaptering, med en tydlig koncentration kring cirka fem meter.



Figur 17. Dimensionsfördelning för samtliga björkstockar i skördardata (hpr-filer). Vänster: toppdiameter över bark (mm). Höger: stocklängd (cm). Staplarna visar antal stockar per klass. Den röda markeringen anger miniminivå för godkänd toppdiameter respektive miniminivå för godkänd stocklängd.

Jämfört med urvalet av individuellt uppmätta stockar (figur 4) har den fullständiga skördardatabasen en liknande form på längdfördelningen med dominerande tremeterslängder, vilket indikerar att provurvalet representerar den vanligaste längdkategorin i materialet. Toppdiameterfördelningen i skördardata sträcker sig däremot över ett bredare intervall och inkluderar både klenare och grövre stockar än provurvalet, vilket är förväntat eftersom provurvalet omfattade stockar i sågbar dimension (toppdiameter ≥ 14 cm) och dessutom baserades på urval vid leverans till bruk. Sammantaget visar figuren att de individuella mätningarna utfördes på en delmängd av den totala björkvolymen som ligger nära den dominerande apteringslängden, men att skördardata innehåller en större spridning i dimensioner som blir relevant vid scenarioberäkningar på beståndsnivå. Samtidigt kan förekomsten av fallande längder påverka volym- och kvalitetsberäkningarna, eftersom kvalitetsvektorn är framtagen för stockar omkring tre meter. I skördardata används toppdiameter som styrande dimensionsmått utan explicit justering för stocklängd. Detta innebär att en fem meter lång stock normalt får en mindre toppdiameter än vad samma stamdel skulle ha haft om den kapats vid tre meter. Detta kan i sin tur påverka både dimensionsklassning och beräknat volymutfall i scenarierna.

Figur 19 visar andelen godkända stockar när de individuellt uppmätta björkstockarna bedöms mot fem apterings- och sorteringsscenarier (S1.1, S1.2, S2.1, S2.2 och S3). Resultaten redovisas både totalt och uppdelat på sortiment (kubb, massaved) samt stocktyp (rotstock, övrig stock). Över lag ökade andelen godkända stockar när kraven successivt lättades från sågtimmer (Scenario 1) via fanér (Scenario 2) till konstruktionstimmer (Scenario 3). Exakta andelar per scenario och kategori redovisas i tabell 3.



Figur 18. Andel godkända stockar (%) för de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840) per scenario och kategori. Scenario 1 (S1.1-S1.2) motsvarar typiska krav för björksågtimmer i Sverige, Scenario 2 (S2.1-S2.2) är inriktat mot fanérstock, och Scenario 3 (S3) avser ett teoretiskt användningsscenario för konstruktionsvirke. Resultaten redovisas totalt samt uppdelat på sortiment (kubb, massaved) och stocktyp (rotstock, övrig stock).

Totalt ökade den godkända andelen från 33 procent i Scenario 1.1 till 52 procent i Scenario 3 (tabell 3). Skillnaden mellan Scenario 1.1 och 1.2 visar att tillåtelse av slängkrök <1,5 procent per meter gav en tydlig ökning i godkänd andel (33 → 39 %), vilket indikerar att slängkrök är en begränsande faktor i dagens sågtimmerkrav. På motsvarande sätt gav Scenario 2.2 (där slängkrök och ändkrök <20 cm tillåts) högre andel godkända stockar än Scenario 2.1 (35 → 46 %), vilket visar att en mer produktionsanpassad fanérsortering kan öka nyttjandet jämfört med strikt krökbegränsning.

Tabell 3. Andel godkända stockar (%) för de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840) per scenario och kategori. (Scenario 1 avser sågtimmer, Scenario 2 fanér och Scenario 3 konstruktionsinriktat sortiment.)

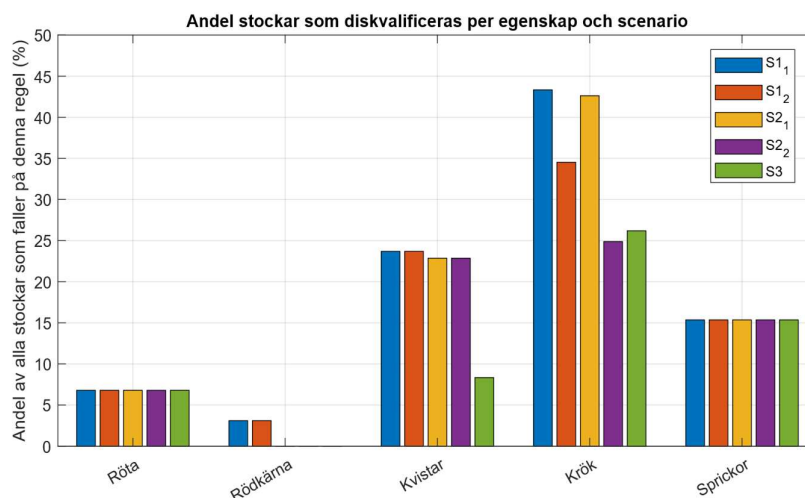
Kategori	Andel godkända stockar per scenario och kategori*				
	Scenario 1.1	Scenario 1.2	Scenario 2.1	Scenario 2.2	Scenario 3
Total	33	39	35	46	52
Kubb	45	51	45	58	63
Massaved	17	21	20	28	38
Rotstock	38	41	39	48	48
Övrig stock	28	35	29	43	54

*Godkänd avser att stocken uppfyller samtliga kriterier i respektive scenario. Kategorierna kubb/massaved och rotstock/övrig stock följer sortiments- respektive stocktypsklassning i datainsamlingen.

Uppdelningen på sortiment visar att kubb konsekvent hade högre andel godkända stockar än massaved i samtliga scenarier. För kubb ökade andelen från 45 procent (S1.1) till 63 procent (S3), medan massaved låg tydligt lägre men ökade från 17 till 38 procent när

kraven lättades (tabell 3). Detta innebär att det finns en potential att “lyfta” stockar från massaved till såg- eller fanérinriktade sortiment, men att den i hög grad beror på vilka kvalitetskriterier som tillämpas.

När stocktyp beaktas framgår att rotstock generellt hade något högre godkännandeandel än övrig stock, särskilt i de striktare scenarierna (rotstock 38 procent och övrig stock 28 procent i S1.1). Skillnaderna minskar dock i mer tillåtande scenarier, vilket tyder på att en större del av den övriga stockgruppen kan tas till vara när toleranser och sorteringsregler anpassas. Sammantaget visar figur 19 och tabell 3 att enskilda begränsande faktorer (särskilt krokighet och kvistkrav) får stor betydelse för utfallet, och att scenarioanalysen ger ett tydligt spann för hur stor andel av stockarna som kan klassas som sågbar/fanérbar respektive potentiellt användbar som konstruktionsvirke.



Figur 19. Andel av björkstockarna i skördardata (hpr-filer) som ligger inom sågbar dimensionsklass (dvs. uppfyller minimikrav på toppdiameter och stocklängd) och som därefter diskvalificeras per egenskap (röta, rödkärna, kvistar, krokighet och sprickor) vid tillämpning av fem apterings- och sorteringsscenarier (S1.1, S1.2, S2.1, S2.2 och S3). Staplarna visar andelen av samtliga stockar i urvalet som faller på respektive regel i varje scenario.

Över samtliga scenarier framträder krokighet som den tydligast dominerande diskvalificeringsorsaken, följt av kvistar (figur 20). Andelen som faller på krokighetskravet är hög i de striktaste scenarierna (S1.1 och S2.1) och minskar tydligt när slängkrök och/eller kort ändkrök tillåts (S1.2 och särskilt S2.2), vilket visar att krökreglerna har stor styrande effekt på utfallet. I Scenario 3, där både lång- och slängkrök tillåts upp till 2,5 procent per meter och kort ändkrök accepteras, minskar krokighetens betydelse ytterligare men kvarstår som en viktig begränsning.

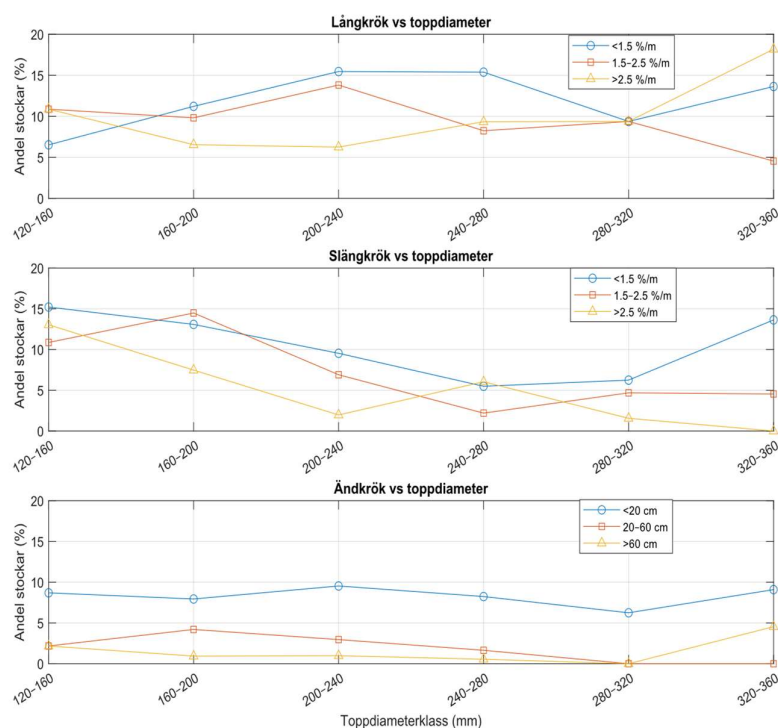
Kvistkraven diskvalificerar en betydande andel stockar i samtliga scenarier där stora kvistar och/eller kvisttyp begränsas (S1 och S2). I Scenario 3, där endast rökqvist är diskvalificerande, minskar kvistarnas bidrag till nedklassning kraftigt, vilket indikerar att det framför allt är begränsningen av kviststorlek och kvisttyp (snarare än kvistförekomst generellt) som driver nedklassningen i dagens sorteringslogik.

Sprickor ger ett relativt konstant bidrag till diskvalificering (cirka samma nivå i samtliga scenarier), vilket tyder på att sprickkraven är utformade på liknande sätt mellan scenarierna och att sprickor i materialet utgör en återkommande, men sekundär,

begränsning jämfört med krokighet och kvistar. Röta diskvalificerar en mindre men konsekvent andel stockar, medan rödkärna endast ger ett bidrag i Scenario 1 (där en 33 %-gräns tillämpas) och saknar betydelse i fanér- och konstruktionsscenarierna där rödkärna tillåts.

Sammantaget visar figuren att den potentiella ökningen i andel godkända stockar mellan scenarier i första hand drivs av hur strikt krokighet och kvistar hanteras, medan sprickor och röta i mindre grad påverkar skillnaderna mellan scenarier.

Det kan ofta finnas en större möjlighet att omsätta krokiga stockar när dimensionen är grövre, eftersom en större diameter kan ge en större potentiell sågcyllinder även vid viss krokighet. Frågan är dock om grövre stockar också uppvisar lägre grad av krokighet. Sammantaget framträder ingen tydlig, konsekvent ökande eller minskande relation mellan toppdiameter och krokighet, utan mönstren varierar mellan krokighetstyper (figur 21).



Figur 20. Krökfördelning per toppdiameterklass för de individuellt uppmätta björkstockarna (n = 840). Figuren visar andel stockar (%) i respektive toppdiameterklass för långkrök (klasser <1,5; 1,5–2,5; >2,5 %/m), slängkrök (klasser <1,5; 1,5–2,5; >2,5 %/m) samt ändkrök (klasser <20; 20–60; >60 cm).

För långkrök syns en tendens till något högre andel i de mellersta diameterklasserna (cirka 200–280 mm), medan den högsta diameterklassen (320–380 mm) uppvisar en relativt låg andel i klassen 1,5–2,5 procent per meter men en högre andel i klassen >2,5 procent per meter. För slängkrök minskar andelen kraftigare krokighet (>2,5 %/m) generellt med ökande toppdiameter, samtidigt som den lindrigaste klassen (<1,5 %/m) dominerar i samtliga diameterklasser och tenderar att öka igen i den grövsta klassen.

Ändkrök domineras av den kortaste längdklassen (<20 cm) och visar relativt små variationer mellan diameterklasser, med låga nivåer i de längre klasserna (20–60 cm och >60 cm) och endast enstaka ökningar i den grävsta diameterklassen.

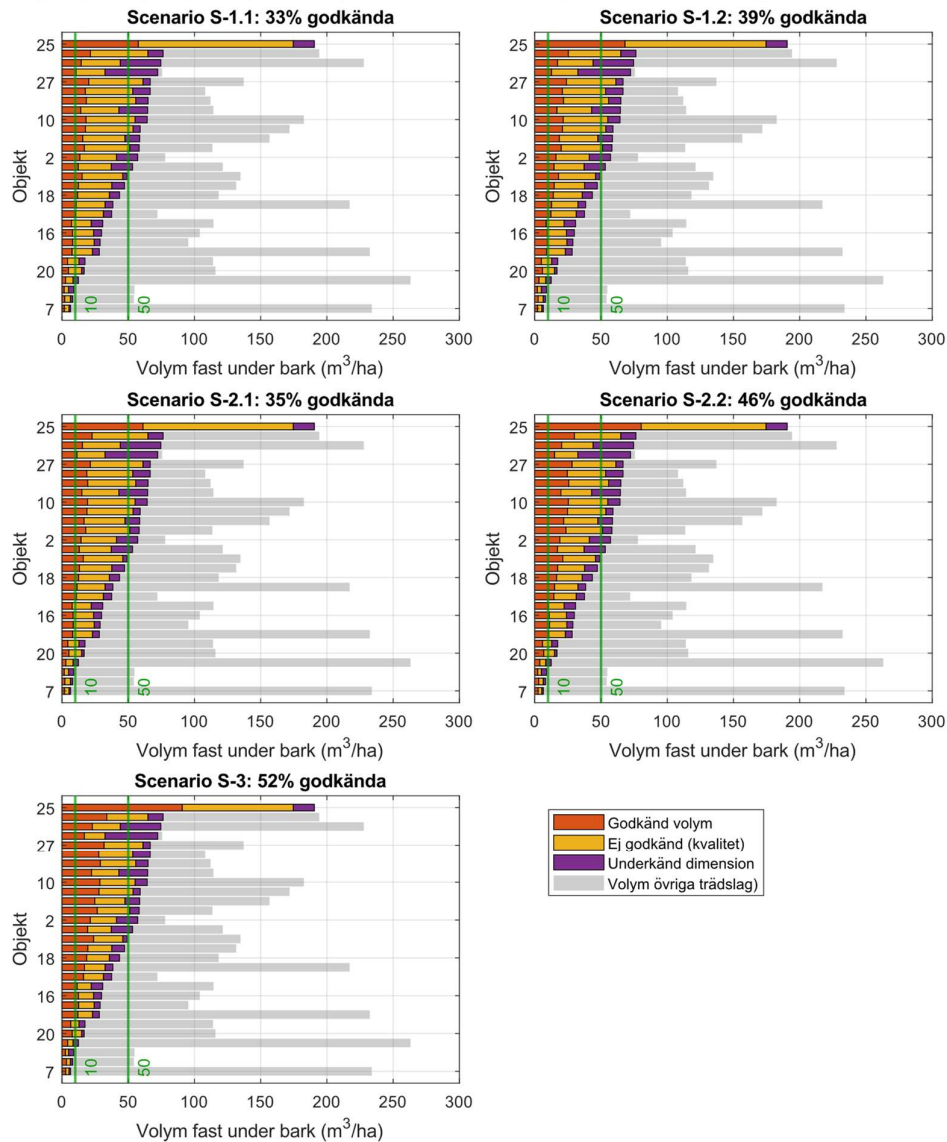
Toppdiameter är ingen stark prediktor för krokighet, vilket innebär att den höga diskvalificeringsandelen kopplad till krokighet (Figur 20–21) sannolikt inte kan reduceras enbart genom att styra mot grövre dimensioner. Krokigheten tycks i stället vara kopplad till beståndshistoria och uppväxtmiljö – konkurrens, gallringstidpunkt, vindexponering och markförhållanden – vilket pekar mot att åtgärder mot krokighet i första hand behöver sökas i skötsel- och beståndsanpassade strategier, eller genom sorteringsregler och processanpassning som bättre kan hantera krokiga stockar.

Beståndsutfall per scenario

Figur 22 (data presenteras i bilaga 2) visar hur avverkad volym per objekt ($\text{m}^3\text{fub/ha}$) fördelas mellan total avverkad volym (grå staplar; övriga trädslag) och björkvolym (färgade staplar) efter tillämpning av dimensionskrav (toppdiameter ≥ 120 mm och stocklängd ≥ 300 cm) samt kvalitetskrav enligt respektive scenario. Den färgade stapeln utgör total björkvolym och är uppdelad i underkänd dimension (lila), underkänd kvalitet (gul) och godkänd volym (röd). Den röda delen representerar därmed den potentiella volymen som kan klassas som sågbar/fanérbar/konstruktionsbar björk enligt respektive scenario.

Björkvolymen varierar kraftigt mellan objekt, och i många objekt utgör underkända andelar (lila och gul) en stor del av björkvolymen. Detta visar att både dimensionskravet och kvalitetsutfallet begränsar volymutfallet. När kraven successivt lättas från Scenario 1.1 via 1.2 och 2.1 till 2.2 och 3 ökar den godkända volymandelen (angiven i respektive delfigur). Ökningen sker huvudsakligen genom att den röda delen växer på bekostnad av den gula, vilket indikerar att en del av volymen som i dag underkänns på kvalitetsgrunder – framför allt krokighet och kvistar – skulle kunna bli godkänd vid mer tillåtande sorteringsregler eller processanpassning. Den lila delen är däremot relativt stabil mellan scenarierna, vilket understryker att dimensionskravet utgör en “hård” begränsning oberoende av kvalitetskriterier.

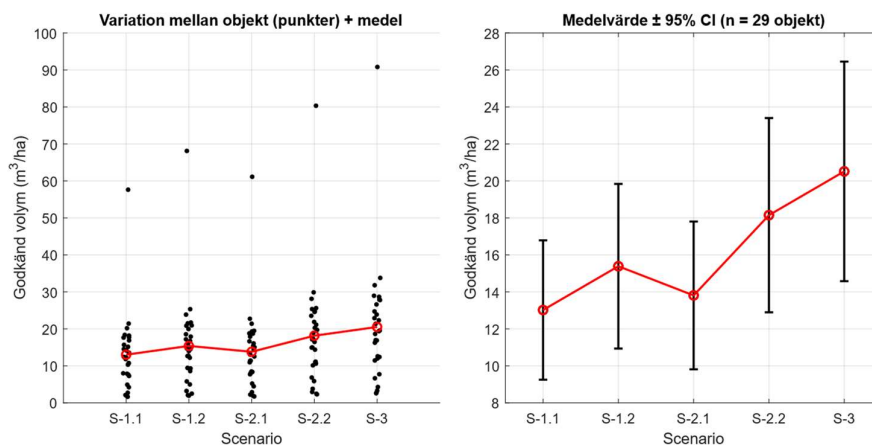
Björk per objekt (m^3/ha): totalvolym $\rightarrow$ dimensionskrav ($\geq 120 \text{ mm}$, $\geq 300 \text{ cm}$) $\rightarrow$ kvalitetsscenarier



Figur 21. Avverkad volym per avverkningsobjekt (m^3/ha) och scenario-beroende utfall för björk efter tillämpning av dimensionskrav (toppdiameter $\geq 120 \text{ mm}$ och stocklängd $\geq 300 \text{ cm}$) samt kvalitetskrav enligt fem scenarier (S1.1, S1.2, S2.1, S2.2 och S3). Staplar visar total avverkad volym (alla trädslag) per objekt. Färgade staplar visar björkvolymen uppdelad i godkänd volym (röd), underkänd kvalitet (gul) och underkänd dimension (lila). De gröna referenslinjerna vid 10 respektive 50 m^3/ha illustrerar ungefärliga trösklar för samlastning ($\approx$ en trave) respektive en hel timmerbilslast av björksågtimmer.

Ur ett logistiskt perspektiv framgår att den godkända björkvolymen per hektar sällan når nivåer som möjliggör en full timmerbilslast ($\approx 50 \text{ m}^3$) inom ett enskilt objekt. I materialet var det endast ett objekt som uppnådde $\geq 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ godkänd volym, oavsett scenario, medan övriga objekt inte nådde denna nivå ens i Scenario 3. Samtidigt var den genomsnittliga objektsarealen 4,8 hektar (median 2,96 ha), vilket innebär att många

objekt i praktiken ligger nära eller under de arealer där en full billast kan förväntas även vid relativt höga godkända volymer per hektar. Detta hjälper att förklara varför flera objekt hamnar under 50 m³-nivån i figuren: även när utfallet per hektar är relativt gynnsamt kan den totala godkända volymen per objekt bli begränsad av objektstorleken. Sammantaget innebär detta att en full billast ofta kräver antingen större objekt än medianobjektet eller samlastning/mellanlagring mellan flera objekt, givet de observerade nivåerna av godkänd volym per hektar och den fragmenterade björkvolymer.



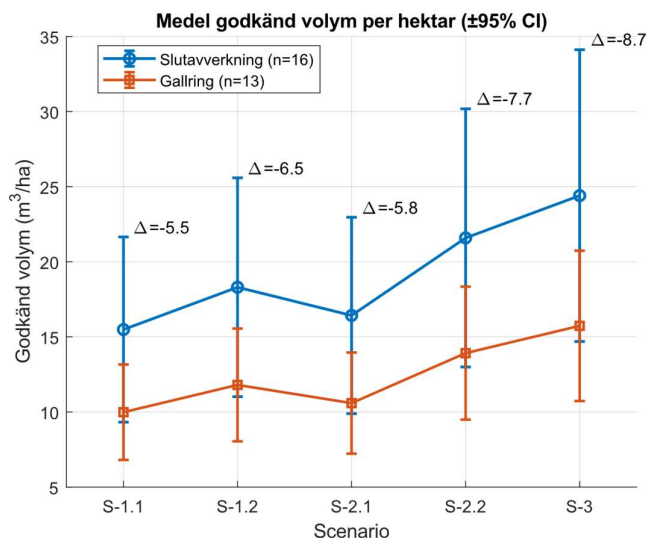
Figur 22. Godkänd björkvolymer per hektar (m³fub/ha) för de 29 avverkningsobjekten efter tillämpning av fem kvalitets- och sorteringsscenarier (S1.1, S1.2, S2.1, S2.2 och S3) på skördardata inom sågbar dimensionsklass. Vänster bild visar variationen mellan objekt (punkter) samt medelvärde per scenario. Höger bild visar medelvärde ±95 % konfidensintervall (n = 29 objekt).

Spridningen i utfallet av sågbara björkstockar mellan objekt är stor i samtliga scenarier, vilket indikerar att potentialen att producera godkänd volym påverkas i hög grad av lokala förutsättningar (t.ex. björkandel, dimensionsfördelning och kvalitetsutfall) (figur 23). Trots denna variation syns en tydlig trend där medelvärdet ökar när kraven successivt lättas från Scenario 1.1 till Scenario 3.

Medelvärdet för godkänd volym ligger på ungefär 13–15 m³/ha i de striktare scenarierna (S1.1-S2.1), ökar till cirka 18 m³/ha i Scenario 2.2 och når cirka 21 m³/ha i Scenario 3 (figur 23). Konfidensintervallen (±95 % CI) är samtidigt relativt breda, vilket speglar den stora variationen mellan objekt och att enstaka objekt kan ge betydligt högre godkänd volym än genomsnittet.

Figur 24 visar samma mått uppdelat på avverkningstyp och visar att slutavverkningar genomgående ger högre godkänd volym per hektar än gallringar i samtliga scenarier. I Scenario 1.1 ligger medelvärdet runt 15–16 m³/ha för slutavverkning jämfört med cirka 10 m³/ha för gallring, och skillnaden kvarstår genom hela scenarioserien. I Scenario 3 ökar den godkända volymen till omkring 24–25 m³/ha vid slutavverkning och cirka 15–16 m³/ha vid gallring.

Skillnaden mellan avverkningstyper (markerad som Δ i figuren) är relativt stabil mellan scenarier och indikerar att slutavverkningar i genomsnitt har en cirka 63% (6–9 m³/ha) högre godkänd volym än gallringar. Sammantaget visar figurerna att ett mer tillåtande scenario ökar den godkända volymen i båda avverkningstyper, men att slutavverkningar konsekvent har större potential att uppnå högre godkända volymer per hektar.



Figur 23. Medel godkänd björkvolymer per hektar (m^3/ha) $\pm 95\%$ konfidensintervall för slutavverkning ($n = 16$) och gallring ($n = 13$) vid tillämpning av fem kvalitets- och sorteringsscenarier (S1.1, S1.2, S2.1, S2.2 och S3) på skördardata inom sågbar dimensionsklass. Δ anger skillnaden i medelvärde (gallring minus slutavverkning) för respektive scenario.

För att förenkla och göra logistiken effektivare vid en målnivå om cirka 50 m^3 potentiellt sågtimmer per avverkningsobjekt kan objektstorleken planeras utifrån förväntad godkänd björkvolymer per hektar i respektive scenario. Ett överslagsmått fås genom att dividera 50 m^3 med medelvärdet (m^3/ha), och ett planeringsspann kan anges utifrån 95% procentigt konfidensintervall (figur 23):

S1.1 ($\approx 13 \text{ m}^3/\text{ha}$; CI $\approx 9,5\text{--}16,5$) $\rightarrow 3,8 \text{ ha}$ (spann $3,0\text{--}5,3 \text{ ha}$)

S1.2 ($\approx 15,5 \text{ m}^3/\text{ha}$; CI $\approx 11,0\text{--}19,8$) $\rightarrow 3,2 \text{ ha}$ (spann $2,5\text{--}4,5 \text{ ha}$)

S2.1 ($\approx 13,8 \text{ m}^3/\text{ha}$; CI $\approx 10,0\text{--}17,8$) $\rightarrow 3,6 \text{ ha}$ (spann $2,8\text{--}5,0 \text{ ha}$)

S2.2 ($\approx 18,2 \text{ m}^3/\text{ha}$; CI $\approx 13,0\text{--}23,4$) $\rightarrow 2,7 \text{ ha}$ (spann $2,1\text{--}3,8 \text{ ha}$)

S3 ($\approx 20,6 \text{ m}^3/\text{ha}$; CI $\approx 14,6\text{--}26,5$) $\rightarrow 2,4 \text{ ha}$ (spann $1,9\text{--}3,4 \text{ ha}$)

Om målet är att med hög sannolikhet nå $\sim 50 \text{ m}^3$ är det rimligt att planera utifrån den nedre CI-gränsen i figur 23. Det motsvarar i praktiken cirka $4\text{--}5 \text{ ha}$ i de striktare scenarierna (S1.1-S2.1) och omkring $3\text{--}4 \text{ ha}$ i de mer tillåtande scenarierna (S2.2-S3).

I det insamlade materialet var den genomsnittliga objektsarealen $4,8 \text{ hektar}$ (standardavvikelse $6,2 \text{ ha}$, median $2,96 \text{ ha}$), vilket innebär att många objekt ligger nära eller under de arealnivåer som krävs för att samla ihop en full lastbilslast av godkända björkstockar, särskilt vid striktare kvalitetskrav.

I dag siktar Södra på minst 10 m^3 björk av högsta kvalitet per avverkningsobjekt för att möjliggöra separat hantering och transport. Om målet i stället sätts till en sådan lägre miniminivå ($\approx 10 \text{ m}^3$ godkänd björk per objekt) förändras de logistiska förutsättningarna avsevärt jämfört med en hel timmerbilslast.

Med samma överslagsmetodik (10 m^3 dividerat med medelvärdet i m^3/ha) motsvarar detta i genomsnitt:

- S1.1 ($\approx 13 \text{ m}^3/\text{ha}$) $\rightarrow \sim 0,8 \text{ ha}$
- S1.2 ($\approx 15,5 \text{ m}^3/\text{ha}$) $\rightarrow \sim 0,6 \text{ ha}$
- S2.1 ($\approx 13,8 \text{ m}^3/\text{ha}$) $\rightarrow \sim 0,7 \text{ ha}$
- S2.2 ($\approx 18,2 \text{ m}^3/\text{ha}$) $\rightarrow \sim 0,6 \text{ ha}$
- S3 ($\approx 20,6 \text{ m}^3/\text{ha}$) $\rightarrow \sim 0,5 \text{ ha}$

Om planeringen görs mer konservativt utifrån nedre 95 % CI (figur 23) blir motsvarande ungefär 1,1 hektar (S1.1), 0,9 hektar (S1.2), 1,0 hektar (S2.1), 0,8 hektar (S2.2) och 0,7 hektar (S3). Sammantaget innebär detta att en målnivå på 10 m^3 godkänd volym per objekt ofta kan uppnås även i mindre avverkningar, vilket kan underlätta införande av separat hantering och sortering av björk (t.ex. via mellanlagring/terminal eller samlastning över flera objekt) även när en full timmerbilslast inte är realistisk per enskilt objekt. I praktiken kan detta innebära att det är rimligt att "lägga till en trave" med godkänd björk på en befintlig timmerbilslast med samma destination, snarare än att kräva en separat full last.

Diskussion

Övergripande resultatbild och vad som styr utfallet

Ett genomgående resultat är att krokighet är den dominerande orsaken till att stockar inte når upp till dagens krav för sågtimmer och i viss mån, fanér, följt av kvistkrav. Detta syns tydligt i diskvalificeringsanalysen per egenskap, där krokighetskraven står för den största delen av bortfallet i de striktaste scenarierna, medan kvistkraven är den näst viktigaste begränsningen. I jämförelse är röta och sprickor viktiga ur kvalitetssynpunkt, men bidrar i detta material mindre till den totala diskvalificeringen på beståndsnivå.

Att utfallet förbättras stegvis när kraven lättas (S1.1 $\rightarrow$ S1.2 $\rightarrow$ S2.2 $\rightarrow$ S3) visar samtidigt att en betydande del av råvaran är "nära godkänd" och att relativt små förändringar i toleranser eller processförmåga (t.ex. tillåten slängkrök eller kort ändkrök) kan ge mätbara volymeffekter.

Röta, rödkärna och sprickor – betydelse i praktiken

I det individuellt uppmätta materialet förekom röta relativt sällan, men när den fanns var den tydligt kopplad till rotänden. Ur sorteringsperspektiv är röta ofta direkt diskvalificerande för både sågning och fanér, vilket innebär att även en låg andel får en oproportionerligt stor effekt på "högvärdigt" utfall.

Rödkärna var däremot vanligare men låg i de flesta fall under nivåer som typiskt används som praktisk gräns (t.ex. $\sim 1/3$ av diameter), vilket innebär att rödkärna i sig sannolikt oftare påverkar *produktval/utseendekrav* än att den måste leda till diskvalificering. Detta är också i linje med att scenarier utan rödkärnebegränsning inte automatiskt "löser" utfallet – huvudbegränsningarna ligger fortfarande i form och kvistar.

För mårgrsprickor behöver resultaten tolkas med bakgrund mot metodkontexten: stockarna lagrades en längre tid innan mätning, vilket sannolikt ökar sannolikheten att sprickor hinner utvecklas. Samtidigt var sprickornas storlek i genomsnitt begränsad, och externa riktlinjer (t.ex. för fanér) kan i vissa fall acceptera kortare mårgrsprickor så länge sidytan inte spricker upp; därmed är det rimligt att beskriva effekten som främst kopplad till *urkapning/utbytesförlust* snarare än generell diskvalificering – beroende på process och produktklass.

Krokighet och kvistar som nyckelfrågor – koppling till skötsel och process

Eftersom krokighet var den största “stopporn” i scenarierna är det relevant att diskutera orsaker och påverkansmöjligheter. Resultaten indikerar ingen enkel relation mellan toppdiameter och krokighet i de individuella stockmätningarna, vilket talar för att krokighet inte bara är en dimensionsfråga utan påverkas av flera faktorer (t.ex. uppväxtmiljö, konkurrens, snö-/vindpåverkan, kant-/traktpåverkan och historik av röjning/gallring). Detta stödjer ett resonemang om att förbättringspotentialen sannolikt ligger i en kombination av:

- skötselstrategier (tidig stamkvistning/röjning, hantering av täthet och konkurrens, undvikande av starka “frisläpp” som kan öka lutning/krök, samt val av rätt produktionsmål per bestånd), och
- process- och sortimentsanpassning (toleranser för slängkrök, hantering av ändkrök via kapning, samt teknik/processer som kan ta till vara krokigare stockar).

För kvistar pekar resultaten på att stora kvistar (>40 mm) och kvistantal kan vara ett tydligt hinder i dagens sortering, särskilt i massavedsgruppen. Eftersom studien inte separerade sprötkvist som egen kategori bör detta nämnas som en osäkerhet, men det är samtidigt rimligt att en del av problematiken med sprötkvist fångas indirekt i klassen “stora kvistar”. Sammantaget stärker detta slutsatsen att kvistkrav blir ett viktigt styrmedel om målet är snickeri/fanér, men att kvistkraven kan få mindre betydelse i ett mer funktionsbaserat konstruktionsscenario.

Volym, logistik och varför björkandel inte räcker

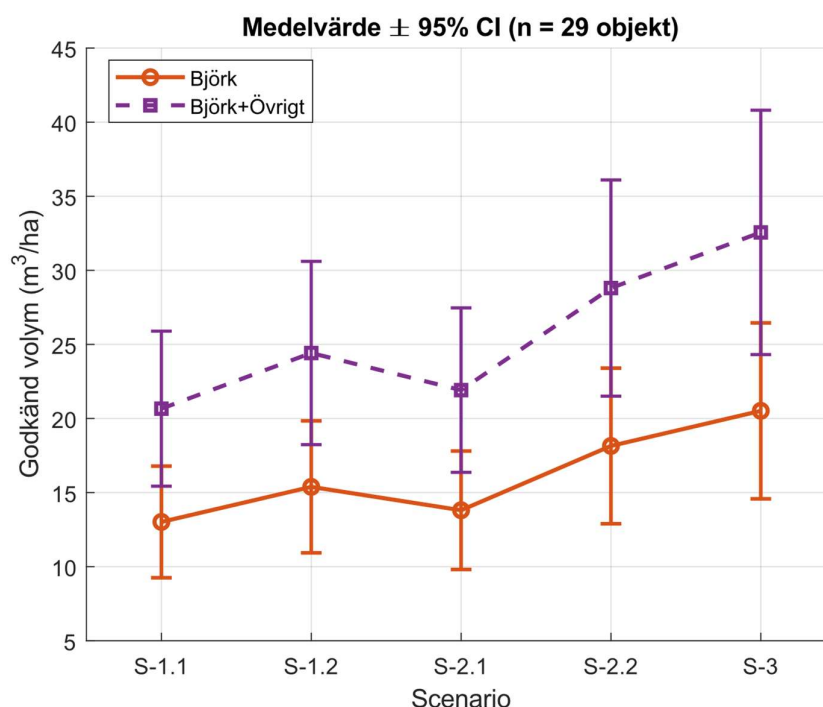
Ett centralt resultat i beståndsanalysen är att få objekt når transportmässigt meningsfulla volymer av godkända stockar, även om den totala björkvolymen per hektar kan vara relativt hög. Figur 22 visar att den röda (godkända) volymdelen ofta är liten i relation till total björkvolum, vilket gör att en full last (~50 m³) blir svår att få ihop i ett enskilt objekt. I det studerade materialet var det endast ett objekt som nådde ≥50 m³/ha godkänd volym, oavsett scenario. Detta innebär att en enskild avverkning i normalfallet behöver omfatta flera hektar för att kunna ge ett fullt lastbilslass av sågbar björk, givet de observerade nivåerna av godkänd volym per hektar.

Samtidigt visar materialet att björkandelen i de studerade objekten är betydande (storleksordningen ≈36–38 % av volym/grundyta). Att sågtimmervolymen ändå är begränsad indikerar att tillgången på björksågtimmer i första hand styrs av kvalitetsutfall (särskilt krokighet och kvistar), dimensions-/apteringskrav och logistik, snarare än av björkandelen i sig. Med andra ord: även där björk finns, är det inte säkert att den är apterad och sorterad på ett sätt som ger “paketerbara” volymer till en separat värdekedja.

Ur detta perspektiv kan det därför vara mer realistiskt att under övergångsfas arbeta med en lägre logistisk tröskel än en hel timmerbilslast per objekt. En målnivå om exempelvis

≈10 m³ godkänd björk per objekt (motsvarande ungefär en trave på timmerbil) kan i många fall vara tillräcklig för att motivera separat hantering. Det kan exempelvis ske genom sortering i fält eller vid massabruk, samlastning mellan objekt och/eller mellanlagring på terminal, för att därmed skapa en fungerande råvaruström även när volymerna är fragmenterade. Ett sådant upplägg kan vara särskilt relevant i gallringar och i objekt med måttlig björkandel, där potentialen finns men där enskilda objekt sällan ger en full last. Samtidigt ställer detta krav på mottagarsidan (fler, mindre partier) och på att sorteringssignaler i skördardata är tillförlitliga, exempelvis genom korrekt trädslagskodning och konsekvent apterings- och sortimentsrapportering.

Ett viktigt tolkningslager i beståndsanalysen är att den registrerade björkvolymin i skördardata kan vara underskattad om björk i praktiken ibland registreras som "Övrigt/Löv", särskilt när slutdestinationen ändå är massaved eller energi. Figur 25 visar därför ett känslighetsfall där samma scenarioanalys beräknas både för stockar registrerade som Björk och för Björk+Övrigt. Skillnaden mellan kurvorna illustrerar ett övre tak för hur mycket godkänd volym per hektar som kan "saknas" i utfallet till följd av felklassning. Utfallet i verkligheten förväntas ligga mellan kurvorna, eftersom endast en del av "Övrigt" rimligen utgör björk.



Figur 24. Medelvärde av godkänd björkvolymin per hektar (m³fub/ha) ±95 % konfidensintervall (n = 29 objekt) för fem kvalitets- och sorteringsscenarioer (S1.1-S3), beräknat dels utifrån stockar kodade som Björk (heldragen linje), dels utifrån Björk + Övrigt (streckad linje) som ett känslighetsfall för möjlig felkodning av trädslag vid aptering i skördardata. För planering betyder detta att beräkningar baserade enbart på registrerad 'Björk' bör ses som en nedre nivå, medan 'Björk+Övrigt' utgör ett övre tak. I praktiken ligger utfallet mellan dessa, men oavsett antagande kvarstår slutsatsen att logistiken (volym per objekt) är en flaskhals – och att förbättrad trädslagskodning är en nyckelfråga för att minska osäkerheten i volymprognoser.

Sammantaget innebär detta att den logistiska slutsatsen, att det ofta är svårt att nå transportmässigt meningsfulla volymer i ett enskilt objekt, i grunden kvarstår, men att nivån på godkänd volym per hektar och därmed arealkravet kan vara mer gynnsamt än vad beräkningar baserade enbart på registrerad "Björk" indikerar. Figuren pekar samtidigt ut ett tydligt förbättringsområde: om målet är att bygga fungerande råvaruströmmar för björk (såg, fanér och konstruktion) behöver trädslagskodning och sortimentsrapportering vara tillräckligt robusta för uppföljning och planering.

Potentialen i alternativa sortiment

Scenarioanalysen visar att ett mer tillåtande, funktionsbaserat sortiment (Scenario 3) kan öka den godkända volymen av stockar per hektar tydligt. Baserat på medelvärdena motsvarar Scenario 3 cirka +60 procent högre godkänd volym per hektar jämfört med Scenario 1.1 ($\approx 20,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ jämfört med $\approx 13 \text{ m}^3/\text{ha}$). Detta kan minska arealkravet för att nå $\sim 50 \text{ m}^3$ och därmed förbättra logistiken för separat uttransport. I praktiken innebär detta att ett konstruktionsinriktat björksortiment kan fungera som en "drivkraft för ökade volymer" som gör att även objekt som inte bär ett traditionellt sågtimmerutfall kan bidra till en fungerande leveranskedja.

Enligt Lindgren m.fl. (2025) uppgår den årliga björkvolymer som kan transporteras till Mörrums massabruk i södra Sverige till cirka 221 000 m^3fub i diameterklassen 16+ cm (toppdiameter). Om även diameterklassen 14–16 cm inkluderas ökar den potentiellt volymen som kan transporteras till cirka 281 000 m^3fub (dvs. 14+ cm sammantaget). För att sätta dessa volymer i relation till möjlig råvara för högre förädling kan godkännandefrekvenserna från de uppmätta stockarna (figur 19) användas som ett kvalitetsfilter.

Om andelarna i figur 19 antas vara representativa för den grövre björkvolymer i råvaruflödet ger detta en indikativ potential på:

- Sågtimmer (Scenario 1): cirka 33–39 % godkända $\Rightarrow$ ungefär 73 000–86 000 $\text{m}^3\text{fub}/\text{år}$ av volymen 16+ cm (och cirka 93 000–110 000 $\text{m}^3\text{fub}/\text{år}$ av volymen 14+ cm).
- Fanérstock (Scenario 2): cirka 35–46 % godkända $\Rightarrow$ ungefär 77 000–102 000 $\text{m}^3\text{fub}/\text{år}$ av volymen 16+ cm (och cirka 98 000–129 000 $\text{m}^3\text{fub}/\text{år}$ av volymen 14+ cm).
- Konstruktionstimmer (Scenario 3): cirka 52 % godkända $\Rightarrow$ ungefär 115 000 $\text{m}^3\text{fub}/\text{år}$ av volymen 16+ cm (och cirka 146 000 $\text{m}^3\text{fub}/\text{år}$ av volymen 14+ cm).

Dessa volymer ska tolkas som en teoretisk övre potential eftersom de bygger på ett antagande om att kvalitetsutfallet i figur 19 är överförbart till hela råvaruflödet samt att dimensionstillgänglighet inte begränsas av aptering, rapporteringskvalitet i skördardata eller praktiska sorterings-/hanteringsförutsättningar. Ändå illustrerar jämförelsen att massabruket redan aggregerar volymer i en storleksordning som i princip kan bära separata värdekedjor, och att ett mer funktionsbaserat sortiment (Scenario 3) kan öka den "sorterbara" volymen väsentligt jämfört med dagens striktare sågtimmerkriterier.

Datakvalitet och metodbegränsningar som påverkar tolkningen

Det finns fyra viktiga punkter att lyfta baserat på studiens resultat:

1. Lagringstid och sprickor: Längre lagring före mätning kan ha ökat förekomsten av mårgrickor, vilket gör att resultaten gällande förekomst av sprickor i stockarna bör tolkas försiktigt och i relation till normal industriell hanteringstid.
2. Fallande längder och dimensionsklassning i skördardata: Kvalitetsvektorn är i praktiken kopplad till stockar kring tre meter, medan skördardata innehåller fallande längder (t.ex. 5 m). Eftersom toppdiameter mäts vid faktisk längd kan längre stockar få lägre toppdiameter än om samma stamdel kapats vid tre meter, vilket kan påverka både dimensionsklassning och beräknat volymutfall.
3. Trädslagsregistrering (björk som "övrigt/löv"): Om björk ibland registreras som "Övrigt/Löv" i skördardata kan björkvolymer underskattas i beståndsutfallet. Figur 25 visar ett känslighetsfall (Björk vs Björk+Övrigt) som anger ett övre tak för effekten; sannolikt ligger verkligheten mellan dessa nivåer.
4. Krokighet och utebliven registrering av sprötkvist: I studien var högsta klass för långkrök >2,5 procent/m, medan praktiska sorteringsregler kan tillåta högre nivåer (t.ex. omkring 3,3 %/m för sågtimmer och upp till 5 %/m för fanér i vissa tillämpningar). En känslighetsanalys genomfördes därför där stockar som klarade samtliga kvalitetskriterier utom långkrök testades med antagna kröknivåer motsvarande 3,3 respektive 5,0 cm/m, varefter sågcyllindern beräknades på nytt. Utfallet visade att andelen godkända stockar endast ökade med cirka 1–3,5 procentenheter beroende på scenario. Detta indikerar att en ytterligare höjning av tillåten långkrök över 2,5 procent/m sannolikt har begränsad effekt på det totala godkännandefallet givet övriga kvalitetskrav. Samtidigt registrerades inte sprötkvist som egen kvisttyp i datainsamlingen, vilket kan innebära att en mindre andel stockar i praktiken skulle diskvalificeras vid en strikt industriell sortering. Sammantaget kan dessa två effekter delvis motverka varandra: en viss underskattning av "godkänd volym" via krokighetsbegränsningen, och en möjlig överskattning via att sprötkvist inte särredovisats.

Praktiska implikationer och rekommendationer

Utifrån resultaten framstår följande som mest relevant för praktisk implementering och vidareutveckling:

- Sorterings-/processutveckling: Störst volymeffekt fås genom att hantera krokighet (toleranser, processanpassning, kapstrategier), därefter kvistkrav.
- Apterering och kalibrering: Den starka koncentrationen runt standardlängd i provmaterialet visar att det går att få fram tre meter långa stockar, men spridningen i skördardata och fallande längder på massaved (ofta mellan 4-6 m) tyder på att apteringspraxis kan påverka utfallet eftersom det visar klenare stockar i skördardata genomfört med aptering på tre meter längd.
- Logistiklösningar: Givet medelnivåerna i figur 23 krävs typiskt flera hektar för att nå $\approx 50 \text{ m}^3$ godkänd volym, särskilt i striktare scenarier, vilket talar för samordnad planering (större objekt, hopslagning av närliggande objekt, eller mellanförvaring/terminalflöden).
- Datadisciplin för styrning. För att kunna planera samlastning, terminalflöden och mottagningskapacitet krävs att trädslagsregistrering och sortimentsrapportering i skördardata är tillförlitliga. Figur 25 visar att felkodning (t.ex. björk registrerad

som "Övrigt/Löv") kan ge en märkbar underskattning av den planeringsbara volymen och därmed påverka både prognoser och logistiska beslut. Därför bör uppföljning och återkoppling till skördarlag prioriteras, exempelvis genom standardiserad kodning av björk, konsekventa sortimentsval samt stickprovskontroller där skördardata jämförs mot inmätt leveransdata vid industri.

Slutsatser

1. Krokighet är den enskilt viktigaste begränsningen för björksågtimmer/fanér i de studerade materialen, följt av kvistkrav.
2. Röta förekommer relativt sällan, men är i praktiken direkt diskvalificerande när den finns och uppträder främst vid rotkap.
3. Rödkärna är vanligare än röta, men ligger oftast under nivåer som typiskt bedöms som kritiska och har därför ofta större betydelse för produktval än för ren acceptans.
4. På beståndsnivå är godkänd timmervolym per objekt ofta låg, vilket gör att logistik (t.ex. $\sim 50 \text{ m}^3$ per bil) blir en praktisk flaskhals även där björkandelen är relativt hög.
5. Ett mer tillåtande sortiment, såsom ett konstruktionsscenario (S3), kan öka den godkända volymen per hektar väsentligt ($\approx +60 \%$ jämfört med S1.1) och därmed förbättra möjligheterna att nå volymer som möjliggör effektiv logistik.
6. Resultaten påverkas av datakvalitet och metodval (lagringstid/sprickor, fallande längder och trädslagsregistrering). Känslighetsfallet Björk+Övrigt (figur 25) visar att godkänd volym per hektar kan underskattas om björk delvis registreras som "Övrigt", vilket gör förbättrad rapporteringsdisciplin till en nyckelfråga för praktisk implementering.

Referenser

- Arlinger, J., Nordström, M. & Möller, J. J. 2012. StanForD 2010: modern communication with forest machines, Skogforsk.
- Bylund, N. & Rytter, L. 1997. Inventering av sågbart lövvirke i massavedsleveranser. Arbetsrapport nr 374, Skogforsk.
- Fahlvik, N., Hannerz, M., Högbom, L., Jacobsson, S., Liziniewicz, M., Palm, J., Rytter, L., Sonesson, J., Wallgren, M. & Weslien, J.-O. 2021. Björkens möjligheter i ett framtida klimatanpassat brukande av skog. Sammanställning av nuläget och förslag på insatser för framtiden, Skogforsk.
- Iwarsson Wide, M., Woxblom, L., Lindgren, N., Gustavsson, O., Kons, K., Danielsson, H. & Jonasson, J. 2024. Ökat förädlingsvärde för svenskt lövträ – från skog till byggprodukter. Arbetsrapport 1209–2024. Skogforsk.
- Karlsson, R., Palm, J., Woxblom, L. & Johansson, J. 2011. Konkurrenskraftig kundanpassad affärsutveckling för lövträ - Metodik för samordnad affärs-och teknikutveckling inom leverantörskedjan för björkämnen. Rapport nr 19, Inst. för skogens produkter, SLU.
- Latvijas Finieris. 2025. Birch veneer log 6v. LVS 80-7 part: 4.
- Lemke, U., Johansson, M., Ziethén, R. & Briggert, A. 2023. Saw criteria for visual strength grading of sawn timber from birch grown in Sweden. World Conference on Timber Engineering (WCTE 2023). 19-22 June 2023, Oslo, Norway.
- Lindgren, N., Gustavsson, O. & Kons, K. 2025. Björk – från skog till bygge. Arbetsrapport 1208–2024. Skogforsk.
- Mölle, E. & Fors, O. 2023. Björktimmer i svenskt skogsbruk – En studie över björkens potential i timmerproduktion, Fakulteten för skogsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Kandidatarbete i Skogsvetenskap nr 17.
- Skogsdata 2022. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från SLU Riksskogstaxeringen. Umeå, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.
- Teagasc. 2022. A Chemical method to distinguish between silver birch & downy birch. 2024, from <https://teagasc.ie/news--events/daily/a-chemical-method-to-distinguish-between-silver-birch--downy-birch/>.
- Woxblom, L. 2025. Björk som material i byggande. Arbetsrapport 1205–2024. Skogforsk.

Bilaga 1. Bestånds- och virkesdata för analyserade avverkningsobjekt. Avv.form = avverkningsform; SA = slutavverkning; G = gallring.

Objekt No	Avv.form	Yta, ha	Ålder, år	SI	Stamantal					Volym, m³ fub					Grundyta, m²					DBH, mm	HGV, m	Övre höjd, m
					Total	Tall	Gran	Björk	Övrigt	Total	Tall	Gran	Björk	Övrigt	Total	Tall	Gran	Björk	Övrigt	Björk	Björk	
1	SA	2,23	69	G32	446	1	122	224	99	197	0	52	67	77	24,9	0,1	6,0	9,1	9,7	219	21,6	26
2	G	2,96	51	G34	522	3	102	399	19	84	1	15	63	6	12,5	0,1	2,3	9,3	0,8	163	19,5	22
3	G	1,37	45	G34	586	0	174	385	28	122	0	35	69	18	17,1	0,0	5,3	9,8	2,0	170	19,7	22
4	G	3,31	39	G34	650	54	398	122	76	115	37	52	18	9	17,6	4,1	8,8	3,0	1,6	165	17,9	19
5	G	2,47	54	G32	555	2	317	182	53	121	1	76	34	10	16,4	0,1	9,8	5,0	1,4	173	19,9	23
6	G	10,27	40	G33	421	20	350	45	6	57	3	42	10	2	8,6	0,4	6,1	1,7	0,4	200	20,2	20
7	SA	32,56	65	G33	467	162	252	23	29	243	110	112	7	13	27,1	12,3	12,3	0,9	1,5	213	22	26
8	G	2,01		G33	552	0	307	233	12	112	0	44	65	3,2	15,5	0,0	6,5	8,6	0,4	205	22,1	19
9	G	2,97	58	G34	265	2	32	145	86	79	1	16	41	21	10,7	0,1	2,1	5,7	2,8	211	22,7	26
10	SA	3,29	47	G34	621	88	220	254	60	208	58	46	82	23	27,9	6,4	7,1	11,6	2,9	228	21,7	25
11	SA	5,02	67	G33	361	1	141	153	66	184	1	64	62	57	21,0	0,1	7,5	7,7	5,7	246	24,4	28
12	SA	1,41	61	G32	509	1	108	182	218	161	0	9	59	93	23,0	0,0	2,0	7,9	13,1	221	21,9	21
13	G	1,93	56	G35	365	1	13	344	7	81	0	2	76	2	11,8	0,0	0,3	11,1	0,4	194	19,9	22
14	SA	7,5	64	G34	461	0	3	119	340	230	0	0	38	192	26,4	0,0	0,1	5,1	21,2	226	21,9	28
15	SA	4,92	40	T30	627	106	123	324	74	157	51	33	59	14	24,3	6,8	4,8	10,3	2,4	188	19,1	23
16	SA	2,31	49	G35	357	7	67	113	170	122	4	48	36	35	16,0	0,5	4,9	5,3	5,4	235	21,4	26
17	G	8,03	35	G35	264	48	21	66	129	72	27	5	11	28	10,3	2,9	0,8	2,1	4,5	186	18,5	23
18	SA	2,23	65	G33	378	11	82	160	126	175	7	27	60	81	20,9	0,8	3,5	7,7	9,0	238	22,3	26
19	G	2,24		G34	201	0	54	89	58	103	0	36	34	33	14,2	0,0	4,0	5,6	4,5	270	20	24
20	G	4,02		G35	443	0	272	62	109	132	0	67	23	42	18,4	0,0	8,5	3,6	6,3	254	21,2	23
21	SA	3,71	53	G36	297	59	45	110	83	147	40	14	53	40	17,8	4,8	1,9	6,0	5,0	253	25,5	25
22	SA	2,39	67	G31	672	13	192	324	142	245	11	98	83	53	34,5	1,2	12,7	12,9	7,6	218	20,2	24
23	SA	1,99	64	G33	492	44	378	70	1	242	25	187	31	0	27,1	2,7	20,5	3,9	0,0	253	23,7	27
24	SA	16,38		G35	441	112	268	38	22	263	95	146	12	10	29,0	10,5	15,5	1,8	1,3	229	22,3	31
25	SA	1,86	53	G35	397	0	2	395	1	200	0	1	199	0	24,6	0,0	0,1	24,5	0,0	277	24	27
26	G	3,02		G34	444	1	106	314	23	116	1	35	73	8	17,0	0,1	4,6	11,2	1,1	202	19,2	22
27	SA	3,73	63	G34	437	110	97	198	32	152	42	26	77	7	21,3	5,4	3,7	11,0	1,2	256	22,2	25
28	G	0,99	55	G31	655	17	347	228	62	123	8	35	67	13	18,8	1,0	6,5	9,4	2,0	214	21,5	22
29	SA	2,37		G34	726	5	343	292	86	223	3	89	88	43	30,3	0,4	12,2	12,0	5,8	216	22	24

Bilaga 2. Total volym och fördelning av godkänd respektive ej godkänd björk per dimension och kvalitetsklass.

Objekt	Yta, ha	Volym, m ³													
		Totalt volym per avverkning	Totalt björk volym	Godkänd björk dimension	Underkänd björk dimension	Godkänd björk kvalitet S-1.1	Ej godkänd björk kvalitet S-1.1	Godkänd björk kvalitet S-1.2	Ej godkänd björk kvalitet S-1.2	Godkänd björk kvalitet S-2.1	Ej godkänd björk kvalitet S-2.1	Godkänd björk kvalitet S-2.2	Ej godkänd björk kvalitet S-2.2	Godkänd björk kvalitet S-3	Ej godkänd björk kvalitet S-3
1	2.2	349	131	106	25	35	71	41	65	37	69	49	57	55	51
2	3.0	231	169	122	48	40	82	47	74	43	79	56	66	63	58
3	1.4	157	89	59	30	19	39	23	36	21	38	27	32	31	28
4	3.3	374	57	42	15	14	28	16	26	15	27	19	23	22	20
5	2.5	285	77	55	22	18	37	21	33	19	36	25	30	29	26
6	10.3	562	91	51	40	17	34	20	31	18	33	24	28	27	25
7	32.6	7615	211	174	37	57	117	68	106	61	113	80	94	91	84
8	2.0	225	131	112	19	37	75	44	68	39	73	51	60	58	54
9	3.0	214	111	93	18	31	62	36	57	33	60	43	50	48	45
10	3.3	601	212	181	30	60	121	71	111	63	118	83	98	94	87
11	5.0	862	296	269	27	89	181	105	164	94	175	124	146	140	129
12	1.4	171	75	53	23	17	35	20	32	18	34	24	28	27	25
13	1.9	146	139	63	77	21	42	24	38	22	41	29	34	33	30
14	7.0	1516	268	227	41	75	152	89	139	80	148	105	123	118	109
15	4.9	638	229	182	47	60	122	71	111	64	119	84	99	95	88
16	2.5	257	74	59	15	19	39	23	36	21	38	27	32	31	28
17	9.2	500	75	59	16	19	39	23	36	21	38	27	32	31	28
18	2.9	340	125	103	22	34	69	40	63	36	67	47	56	53	49
19	2.2	214	64	54	10	18	36	21	33	19	35	25	29	28	26
20	4.0	466	67	60	7	20	40	23	36	21	39	27	32	31	29
21	3.7	500	182	170	12	56	114	66	104	60	111	78	92	89	82
22	2.4	545	178	105	73	35	71	41	64	37	68	48	57	55	51
23	2.0	462	56	46	10	15	31	18	28	16	30	21	25	24	22
24	16.4	4309	203	135	68	45	90	53	82	47	88	62	73	70	65
25	1.9	356	354	325	29	107	218	127	198	114	211	149	175	169	156
26	3.0	327	201	161	40	53	108	63	98	56	105	74	87	84	77
27	3.7	511	249	228	20	75	153	89	139	80	148	105	123	119	109
28	1.0	112	58	51	7	17	34	20	31	18	33	23	27	26	24
29	2.4	460	181	154	27	51	103	60	94	54	100	71	83	80	74