

Björkkvalitet i Södra Sverige

En studie av björkstockars kvalitet för sågade och fanérbaserade produkter samt deras tillgänglighet i skogen

Kalvis Kons



Innehåll

Summary	3
Sammanfattning	4
Bakgrund	4
Syfte och mål	6
Material och metodik	6
Insamling och provtagning	6
Beskrivning av avverkningsobjekt och bestånd.....	7
Metod för mätning av egenskaper	8
Resultat.....	12
Övergripande björkkvalitet.....	14
Röta.....	14
Rödkärna.....	15
Kvist egenskaper	18
Krök egenskaper	19
Sprickor.....	20
Rotveck	23
Godkännandegrad per scenario och kategori	24
Beståndsutfall per scenario	28
Diskussion.....	32
Övergripande resultatbild och vad som styr utfallet	32
Röta, rödkärna och sprickor – betydelse i praktiken	32
Krokighet och kvistar som nyckelfrågor – koppling till skötsel och process	33
Volym, logistik och varför björkandel inte räcker	33
Potentialen i alternativa sortiment – konstruktionsvirke som volymmotor.....	34
Datakvalitet och metodbegränsningar som påverkar tolkningen	35
Praktiska implikationer och rekommendationer	36
Slutsatser	36
Referenser	37
Bilaga 1	38

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 m³fub/ha in the stricter scenarios (S1.1–S2.1), around 18 m³fub/ha in S2.2, and about 21 m³fub/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 men avsätts i dag i stor utsträckning som massa- och energived. För att bedöma potentialen för ökat högvärdigt utnyttjande analyserades björkstockars kvalitetsegenskaper och hur dessa påverkar sortimentsutfall i skogen.

Studien omfattade 29 avverkningsobjekt i Götaland där björk apterats. Totalt analyserades skördardata (hpr) för 188 180 stockar, varav 48 746 var registrerade som björk. Vid intransport till Mönsterås massabruk valdes 840 björkstockar ut för individuella kvalitetsmätningar (dimensioner, röta, rödkärna, kvistar, krokighet, sprickor och rotveck) och 326 av dessa stockar valdes vidare 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 (Scenario 1), två med inriktning mot fanér (Scenario 2) samt ett mer funktionsbaserat scenario för konstruktionsvirke (Scenario 3).

Resultaten visar att krokighet är den dominerande orsaken till diskvalificering i samtliga scenarier och därmed den enskilt viktigaste begränsningen för såg- och fanérunyttjande, följt av kvistkrav (särskilt stora kvistar). Röta förekom relativt sällan men var i praktiken diskvalificerande när den förekom, främst vid rotkapp. Rödkärna var vanligare än röta men låg i de flesta fall under nivåer som typiskt bedöms som kritiska, vilket innebär att rödkärna oftare påverkar produktval/utbyte än acceptans i sig. Sprickor och rotveck bedöms ha varierande betydelse och kan påverkas av hantering och lagringstid.

När kvalitetsutfallet applicerades på skördardatat ökade den godkända volymen tydligt med mer tillåtande sorteringsregler. Den genomsnittliga godkända björkvolymen per hektar låg omkring 13–16 m³fub/ha i de striktare scenarierna (S1.1–S2.1), cirka 18 m³fub/ha i S2.2 och cirka 21 m³fub/ha i S3. Trots att björkandelen i de studerade objekten var betydande (omkring en tredjedel av volym/grundyta) var den godkända volymen per objekt ofta för låg för att nå transportmässigt meningsfulla nivåer (t.ex. ≈50 m³). Detta indikerar att tillgången på björksågtimmer i första hand styrs av kvalitet, dimension/aptering och logistik, snarare än enbart av björkandel i beståndet. Ett kompletterande sortiment, såsom björkkonstruktionsvirke, kan öka den möjliga leveransvolymen (i genomsnitt cirka +60 % jämfört med strikt sågtimmersscenario) och därmed förbättra förutsättningarna för separat uttransport och avsättning.

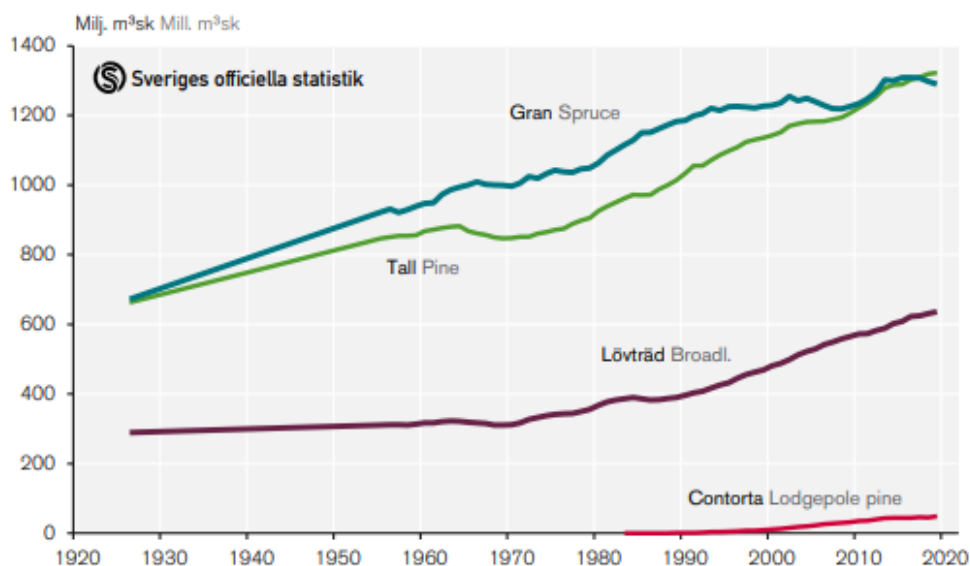
Bakgrund

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 nyttjas högre upp i värdekedjan (Bylund and Rytter 1997).

Lövträdens betydelse förväntas dessutom 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, Hannerz et al. 2021).

Björk är Sveriges tredje vanligaste trädslag och utgör enligt Skogsdata (2022) cirka 466 miljoner m³sk, motsvarande omkring 13 % av virkesförrådet. Totalt utgör lövträd ungefär 20 % av volymen, och

andelen är särskilt hög i klenare dimensionsklasser; exempelvis anges att björk utgör cirka 23 % av den stående volymen i trädklass 100–149 mm i brösthöjd. 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 avsätts till lågförädlade sortiment. Med dagens prisrelationer riskerar rotnettot att minska när mer välbetalda barrtimmersortiment ersätts av lövvolymer utan motsvarande timmeravsättning, även när 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 – exempelvis pappers- och textilmassa, plywood/svarvade produkter samt möbler och inredning (Karlsson, Palm et al. 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, Johansson et al. 2023, Woxblom 2025).

Tidigare studier om björk som råvara för sågade produkter har pekat på flera hinder för en bredare industriell utveckling: efterfrågan på massivbjörk kan vara trendkänslig och volatil, och sågverk har haft svårt att säkra tillräckliga leveranser av rätt kvalitet vid rätt tidpunkt (Mölle and Fors 2023). I praktiken förstärks detta av att björkvolymer ofta är geografiskt utspridda och att den ”paketerbara” volymen av godkända stockar per avverkningsobjekt kan vara låg, vilket gör logistik och flödesplanering avgörande för en fungerande leveranskedja (Lindgren, Gustavsson et al. 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, Nordström et al. 2012). Däremot saknas normalt information om flera kvalitetsegenskaper som är centrala för såg- och fanérutnyttjande, vilket 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

Syfte

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.

Mål

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 sammansättning i de ingående avverkningsobjekten.
2. Kartlägga kvalitetsegenskaper hos ett urval av individuellt uppmätta björkstockar ($n = 840$) avseende bl.a. röta, rödkärna, kvistar, krokighet, sprickor och rotveck, och 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.

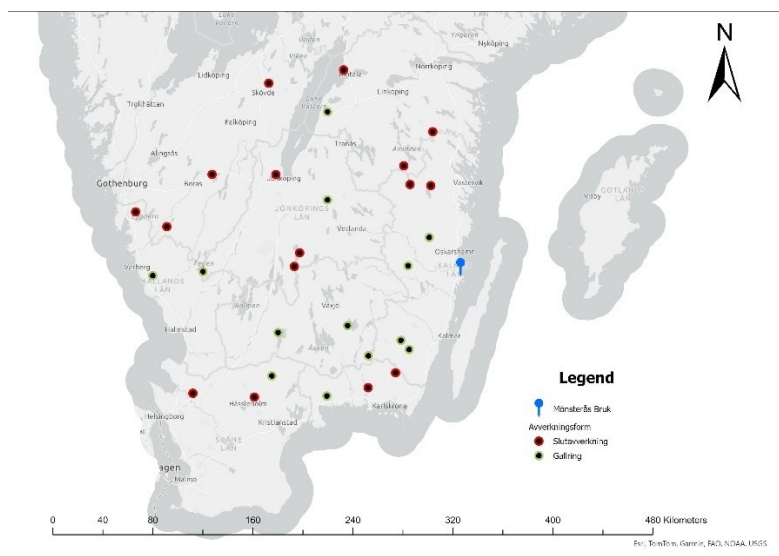
Material och metodik

Eftersom björkvolymerna ofta är utspridda som mindre volymer per avverkningsobjekt var planen att i steg 1 följa upp den volym som levereras till massabruk. I dag apteras björkkubb/timmer vid alla avverkningar där det är lämpligt (här definierat som $>10 \text{ m}^3$ 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 björkvolum (ofta motsvarande en full timmerbilslast) 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 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 326 stockar (0,2 % av alla björkstockar i skördardata) ut för sågning och vidare analys vid RISE och Linnéuniversitetet.

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

Metod för mätning av egenskaper

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



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

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

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

Sprickor registrerades som margspricka 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 flaga (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 rotkapp (50 cm in) (mm), diameter toppkapp (10 cm in) (mm), längd (cm), avsmalning (mm/m)
Röta & rödkärna	Röta vid rotkapp (mm), röta vid toppkapp (mm), rödkärna vid rotkapp (mm), rödkärna vid toppkapp (mm)
Kvistar (typ × storleksklass)	Antal kvistar per typ (frisk/torr/barkinväxt/röt) i klasserna ≤10, 11–40, >40 mm (antal)
Strukturella defekter	Dubbeltopp, klyka (flaga)
Krokighet	Långkrok: <1,5 / 1,5–2,5 / >2,5 %/m (klass). Slängkrok: <1,5 / 1,5–2,5 / >2,5 %/m (klass). Ändkrok: <20 / 20–60 / >60 cm (klass)
Sprickor	Märgspricka rot/topp: bredd (mm), längd (cm). Ringspricka rot/topp (flaga). Andra sprickor i sågbar cylinder rot/topp (flaga). Kapspricka (flaga)
Rotveck	Rotveckdjup (cm)

Beståndsegenskaper

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, 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 över bark reduceras diametern med 15 mm.
 - Vid toppdiameter ≥ 200 mm över bark reduceras diametern med 25 mm.

- **Sågcyllinder:** Effektiv sågcyllinder under bark beräknas som

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

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 god sågegenskap.

Scenario 1.1 – Strikta sågtimmerkrav

- **Rödkärna:** Tillåten upp till maximalt 33 % av diametern både vid rot- och toppkapp.
- **Kvistar:**
 - Rötqvistar samt kvistar med en diameter större än 40 mm är inte tillåtna.
 - Totalt antal tillåtna kvistar får uppgå till högst 10.
- **Krök:**
 - Endast långkrök upp till 2,5 %/m (krökklasser <1,5 % och 1,5–2,5 %).
 - Slängkrök och ändkrök är inte tillåtna.
 - Minsta tillåtna sågcyllinder: 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 skillnad:

- Slängkrök < 1,5 %/m tillåts och inkluderas i beräkningen av sågcyllindern.
- Slängkrök ≥ 1,5 %/m samt ändkrök är inte tillåtna.
- Övriga krav avseende rödkärna, kvistar, långkrök och minsta tillåtna sågcyllinder 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:**

- Rötqvistar 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 %/m tillåts.
 - Slängkrök och ändkrök är inte tillåtna.
 - Minsta tillåtna sågcyllinder: 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 %/m tillåts.
- Ändkrök upp till 20 cm tillåts och betraktas som acceptabel, eftersom kortare ändstycken kan kapas bort före fanérsvarvning.
- Minsta tillåtna sågcyllinder 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 rötqvistar är diskvalificerande.
 - Övriga kvisttyper tillåts utan begränsning.
- **Krök:**
 - Långkrök och slängkrök upp till 2,5 %/m tillåts.
 - Ändkrök upp till 20 cm, motsvarande den kortaste ändkrösklassen.
 - Minsta tillåtna sågcyllinder: 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.

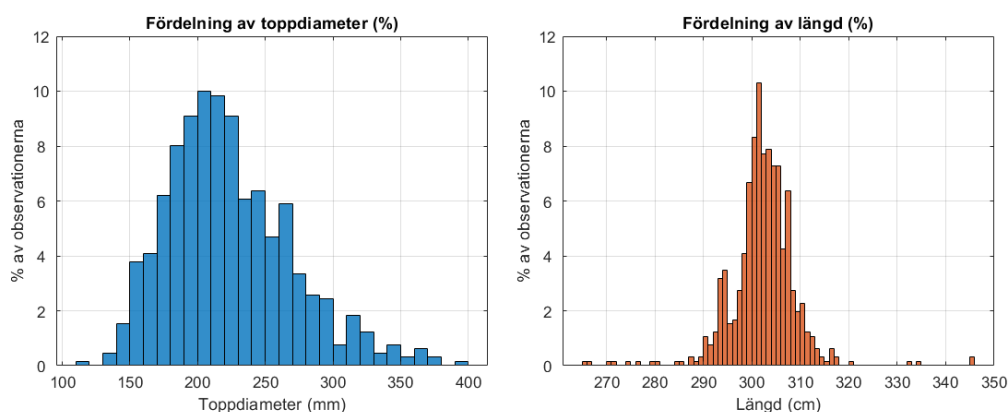
Tabell 2. Översikt över kvalitetskrav för godkända björkstockar per scenario.

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 (ingen begränsning)	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 rötkvistar
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 sågcylinder (mm)	120	120	105	105	120
Barkavdrag stock top diameter över 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 %/m för sågtimmer och upp till ~5 %/m för fanér i vissa tillämpningar). I denna studie registrerades långkrök i klasser upp till >2,5 %/m, vilket begränsar upplösningen. En känslighetsanalys (se Diskussion) indikerar dock att en höjning över 2,5 %/m endast ger en marginell ökning i godkänd andel (≈1–3,5 procentenheter).

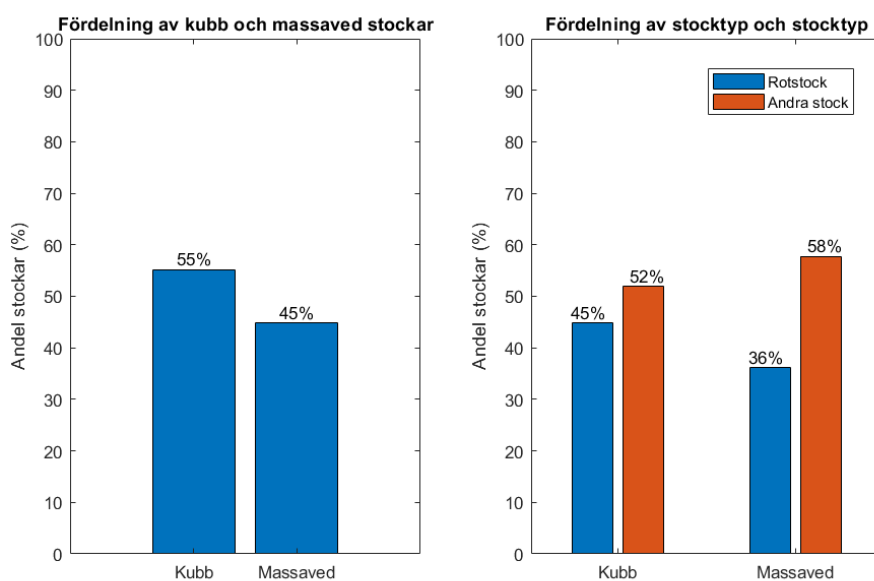
Resultat

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 toppdiameter, vilket 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, men 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 är relativt homogen.



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 55 % och massaved 45 % av de uppmätta stockarna (Figur 5). Rotstockar var vanligare inom kubb än inom massaved (45 % respektive 36 %), medan "andra stock" 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.

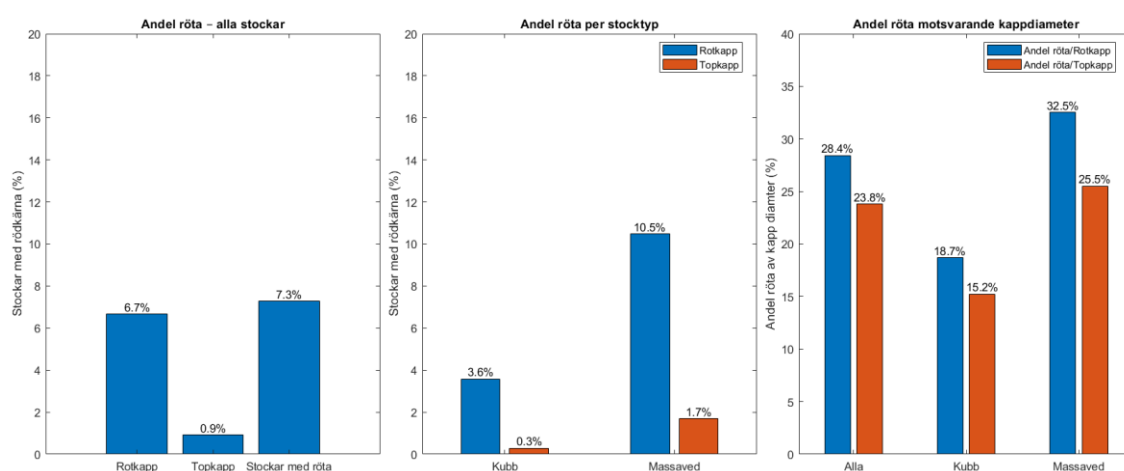
Övergripande björkkvalitet

Röta

Röta i björkstockar förekom relativt sällan, men tydligt oftare vid rotkapp än vid toppkapp (Figur 6). Sammantaget hade 7,3 % av stockarna röta i någon av kapytorna. Vid rotkapp uppmättes röta i 6,7 % av stockarna, medan motsvarande andel vid toppkapp var 0,9 %. Detta indikerar att rötan i huvudsak är kopplad till stockens nedre del och att röta vid toppkapp förekommer mer sporadiskt.

Vid uppdelning på sortiment framträder en tydlig skillnad, där massaved hade en högre andel stockar med röta än kubb. Detta är förenligt med apteringsutfallet, där stockar med synliga defekter som röta oftare nedklassas till massaved. För kubb uppmättes röta i 3,6 % av stockarna vid rotkapp och 0,3 % vid toppkapp. För massaved var motsvarande andelar 10,5 % (rotkapp) och 1,7 % (toppkapp).

Samtantaget visar detta att röt förekomsten är tydligt högre i massavedsgruppen, särskilt vid rotkapp.

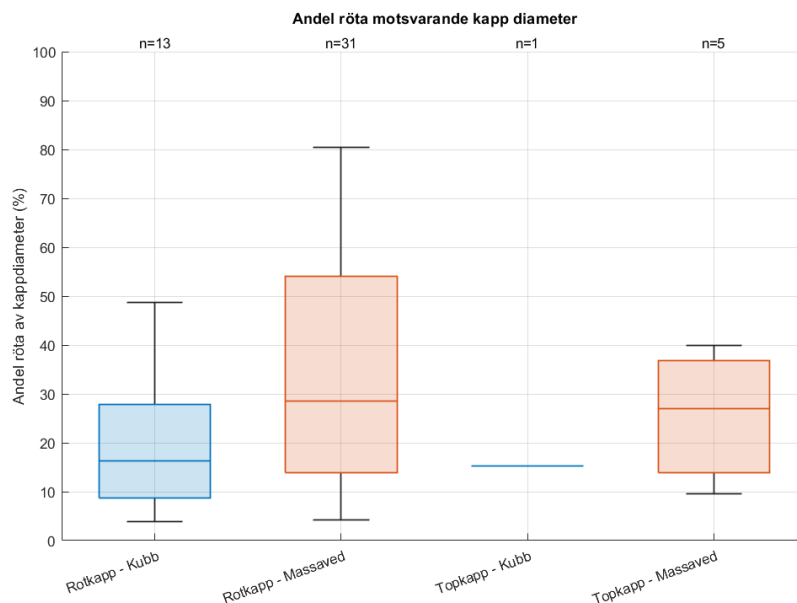


Figur 6. Förekomst och omfattning av röta i de individuellt uppmätta björkstockarna ($n = 840$), uppdelat på kapyta och sortiment. Vänster: andel stockar med röta vid rotkapp, toppkapp samt totalt. Mitten: andel stockar med röta vid rotkapp respektive toppkapp inom kubb och massaved. Höger: genomsnittlig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

När rötans omfattning uttrycks som andel av respektive kappdiameter (dvs. rötans diameter relativt stockens kappdiameter) framgår att rötan, när den väl förekommer, ofta upptar en avsevärd del av kapytan. För hela materialet uppgick den genomsnittliga andelen röta till **28,4 %** vid rotkapp och **23,8 %** vid toppkapp. Även här framträder sortimentsskillnader: kubb hade lägre nivåer (**18,7 %** vid rotkapp och **15,2 %** vid toppkapp) jämfört med massaved (**32,5 %** vid rotkapp och **25,5 %** vid toppkapp). Det innebär att massaved inte bara hade fler stockar med röta, utan även en större rötandel när röta förekom.

Boxplottarna visar att rötandelen varierade betydligt mellan enskilda stockar, särskilt för rotkapp i massaved, där spridningen var stor och inkluderade både låga och mycket höga rötandelar. För rotkapp i kubb var rötandelen generellt lägre och variationen mindre. Vid toppkapp var antalet observationer med röta få (särskilt för kubb), vilket innebär att resultaten för toppkapp bör tolkas med försiktighet. Sammantaget visar figurerna att rötan i materialet främst är ett rotkappsfenomen

och att den, när den förekommer, i genomsnitt är mer omfattande och mer varierande i massavedsstockar än i kubbstockar.

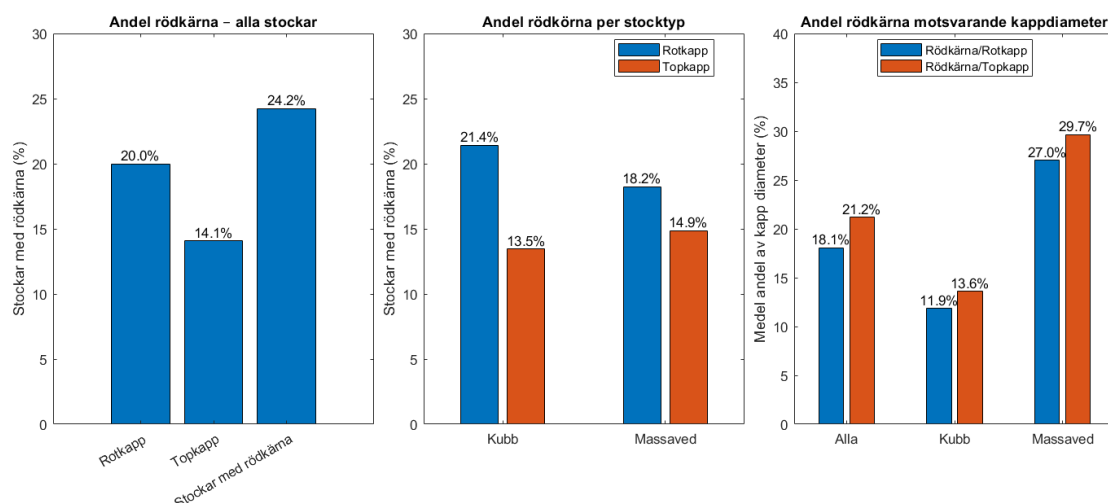


Figur 7. Variation i rötans omfattning uttryckt som andel av kappdiameter (%) för stockar med registrerad röta, uppdelat på kapyta (rotkapp, toppkapp) och sortiment (kubb, massaved). Boxplottarna visar median, kvartiler och spridning; n anger antal stockar med röta i respektive grupp.

Den observerade röt förekomsten innebär att cirka 7,3 % av de uppmätta björkstockarna i sågbar dimension uppvisade röta och därmed typiskt inte är lämpliga för sågning eller fanerproduktion enligt gällande kvalitetskrav.

Rödkärna

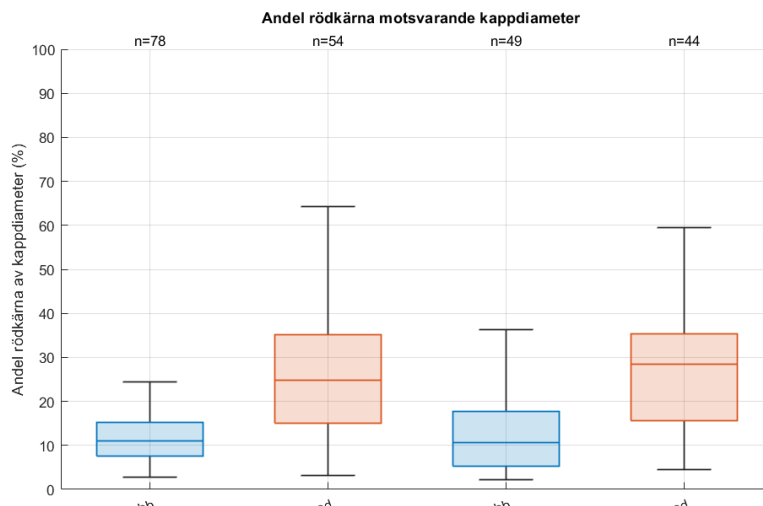
Rödkärna förekom betydligt oftare än röta i de individuellt uppmätta björkstockarna (Figur 8). Sammantaget hade 24,2 % av stockarna rödkärna i någon av kapytorna, jämfört med 7,3 % med röta (Figur 6). Rödkärna registrerades både vid rotkapp (20,0 %) och toppkapp (14,1 %), vilket skiljer sig från rötan som i huvudsak var koncentrerad till rotkapp (6,7 % vid rotkapp och 0,9 % vid toppkapp).



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 rotkapp, toppkapp samt totalt. Mitten: andel stockar med rödkärna vid rotkapp respektive toppkapp inom kubb och massaved. Höger: genomsnittlig rödkärneandel uttryckt som rödkärnans diameter i förhållande till kappdiameter (%) vid rotkapp och toppkapp för hela materialet samt per sortiment.

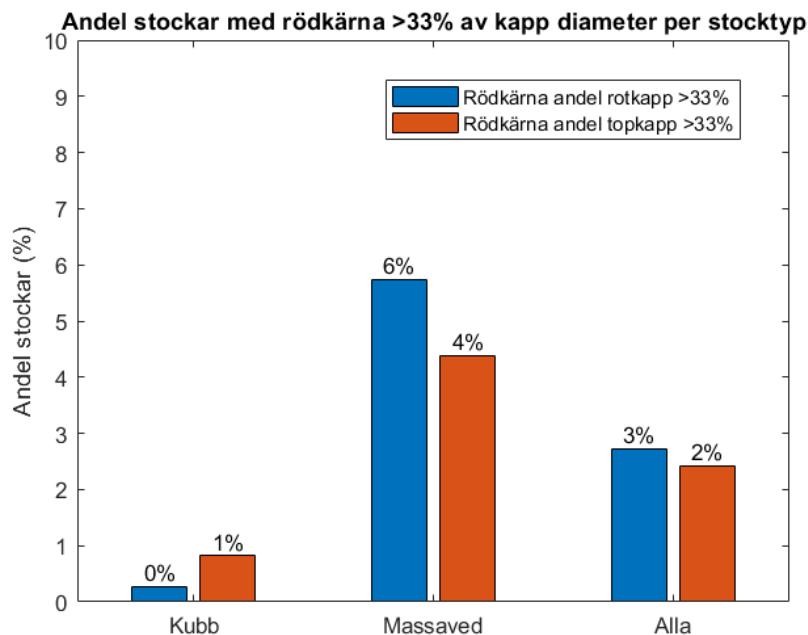
Vid uppdelning på sortiment var skillnaderna mellan kubb och massaved mindre uttalade för rödkärna än för röta. För kubb uppmättes rödkärna i 21,4 % av stockarna vid rotkapp och 13,5 % vid toppkapp, medan motsvarande andelar för massaved var 18,2 % (rotkapp) och 14,9 % (toppkapp) (Figur 8). Detta indikerar att rödkärna inte i samma utsträckning styr sortimentsutfallet 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 kappdiameter 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 11,9 % (rotkapp) och 13,6 % (toppkapp), medan massaved uppvisade högre nivåer, 27,0 % (rotkapp) och 29,7 % (toppkapp). Boxplottarna visar samtidigt en stor variation, särskilt inom massaved där enskilda stockar uppvisade rödkärna som närmade sig eller översteg en tredjedel av kappdiameter (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 kappdiameter (%) för stockar med registrerad rödkärna, uppdelat på kapyta (rotkapp, toppkapp) och sortiment (kubb, massaved). Boxplottarna visar median, kvartiler och spridning; n anger antal stockar med rödkärna i respektive grupp.

Vid analys på stocknivå av andelen stockar där rödkärnan översteg 33 % av kappdiameteren – 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 %-nivån i 3 % av stockarna vid rotkapp och 2 % vid toppkapp (Figur 10). Inom kubb var andelen mycket låg, med <0,5 % vid rotkapp och 1 % vid toppkapp över gränsen. För massaved var motsvarande andelar tydligt högre: 6 % vid rotkapp och 4 % vid toppkapp. 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.



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

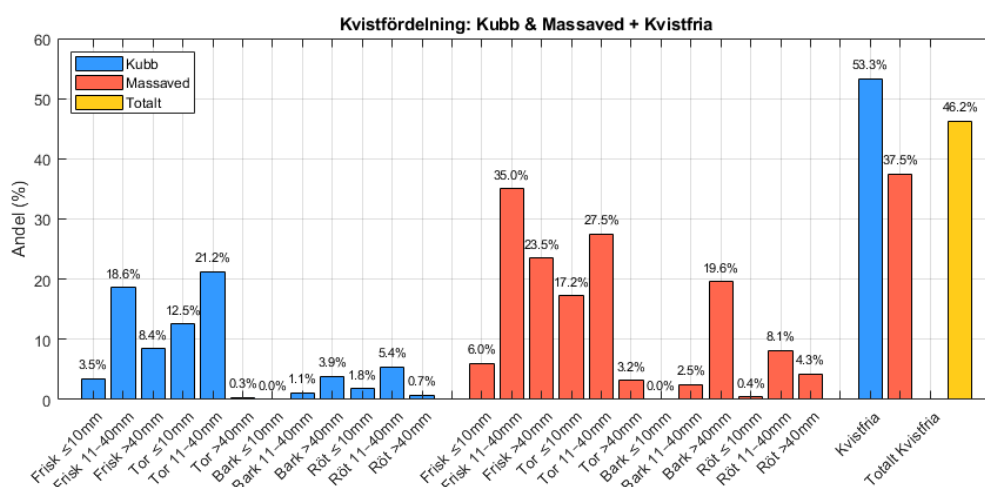
Kvist egenskaper

Kvistar mätade på grund derras typ (frisk, torr, barkinväxt och röt kvist) och storlek mellan diameterklasserna ≤ 10 mm, 11–40 mm och >40 mm, samt andelen kvistfria stockar, uppdelat på kubb och massaved (Figur 11). Nästan hälften av det uppmätta stockar var kvistfritt (46,2 % totalt), men andelen kvistfria stockar var tydligt högre i kubb (53,3 %) än i massaved (37,5 %). Detta indikerar att kvistning i större utsträckning förekommer i den del av flödet som klassats som massaved.

Bland de stockar som hade kvistar dominerade i båda sortimenten kvistar i storleksklassen 11–40 mm, särskilt friska kvistar (kubb 18,6 %, massaved 35,0 %) och torra kvistar (kubb 21,2 %, massaved 27,5 %). Den största skillnaden mellan sortimenten återfanns för kvistar i klassen >40 mm (vilket i praktiken normalt inte accepteras för såg- och fanerstock). Massaved uppvisade här en markant högre andel stockar med stora kvistar, framför allt friska >40 mm (23,5 % i massaved jämfört med 8,4 % i kubb). Även stora torra kvistar (3,2 % i massaved; 0,3 % i kubb) förekom, om än mer sällan.

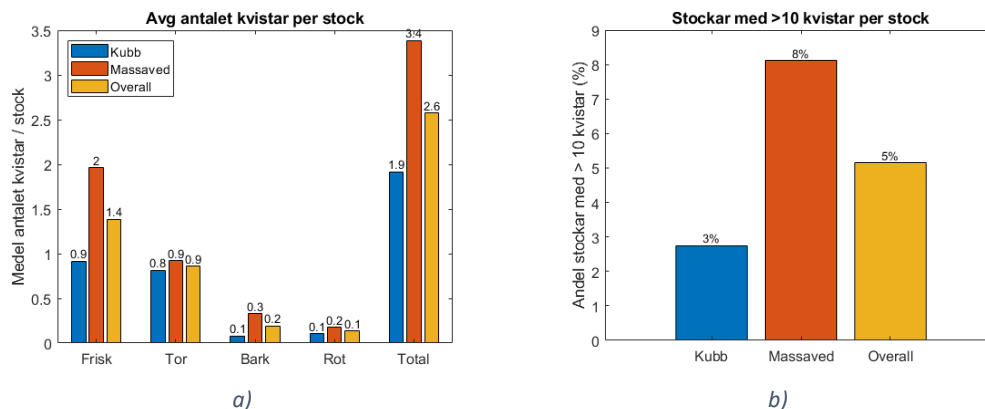
Sammantaget visar figuren 11 att kvistning – och särskilt förekomst av kvistar >40 mm – är betydligt vanligare i massavedsgruppen än i kubb, vilket är relevant eftersom stora kvistar typiskt har stor påverkan på sågutbyte och produktkvalitet för dagens sågade och fanerade produkter. Denna kvistklass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

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).



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.

Om man studerar hur kvistar fördelas i genomsnitt framgår att massavedsstockarna hade fler kvistar per stock än kubbstockarna (Figur 12a). Den största skillnaden sågs för friska kvistar, där massaved i genomsnitt uppvisade 2,0 friska kvistar per stock jämfört med 0,9 i kubb. För torra kvistar var nivåerna mer lika mellan sortimenten (0,9 i massaved och 0,8 i kubb). Barkinväxta kvistar och röta kvistar förekom generellt i låg omfattning, men var något vanligare i massaved (0,3 respektive 0,2 per stock) än i kubb (0,1 respektive 0,1 per stock). Sammantaget resulterade detta i ett högre totalt kvistantal i massaved (3,4 kvistar/stock) jämfört med kubb (1,9 kvistar/stock), medan medelvärdet för hela materialet var 2,6 kvistar/stock.



Figur 12. 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: 3 % för kubb och 8 % 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.

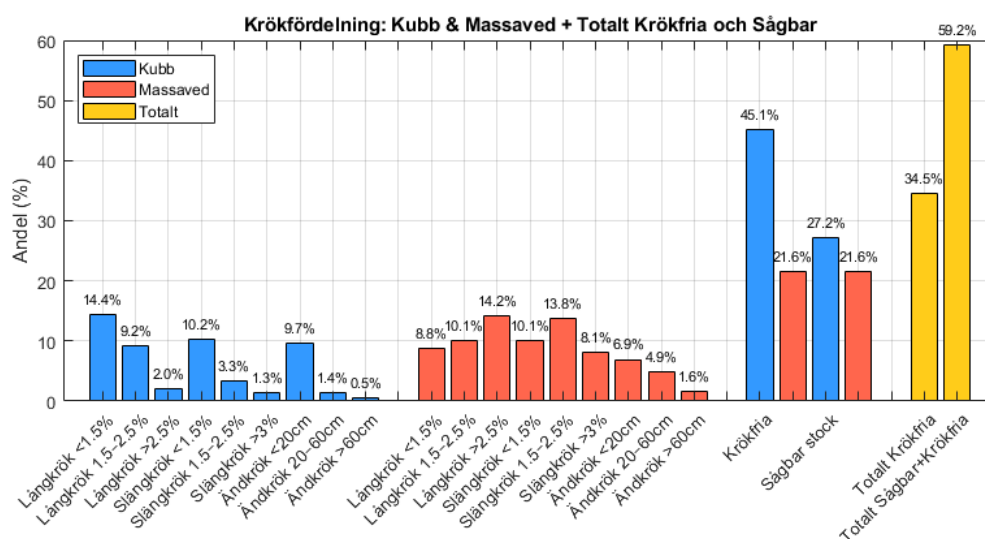
Om kravnivåerna ändras, exempelvis genom introduktion av konstruktionsvirke som nytt sortiment där kviststorlek och kvistantal ofta har mindre betydelse, kan en större andel av de stockar som i dag hamnar i massaved potentiellt bli aktuella för sågade produkter.

Krök egenskaper

Figur 13 visar fördelningen av krokighet för de individuellt uppmätta björkstockarna, uppdelat på sortiment (kubb och massaved). Sammantaget var 34,5 % av stockarna krökfria, medan 59,2 % klassades som "sågbar + krökfria", dvs. uppfyllde kriterierna för sågbarhet med avseende på krokighet (inklusive krökfria stockar). Detta innebär att cirka 40,8 % av materialet hade en krokighet som överskred gränsen för sågbarhet enligt den använda klassningen.

Vid jämförelse mellan sortiment framgår att kubb hade en högre andel krökfria stockar (45,1 %) än massaved (21,6 %). Trots detta var andelen som bedömdes som sågbar (sågbar stock definieras här som stockar med enbart långkrök $\leq 2,5$ %/m och utan släng- eller ändkrök) relativt lik mellan

sortimenten, 27,2 % för kubb och 21,6 % för massaved, vilket indikerar att en betydande del av de icke krökfria kubbstockarna ändå låg inom acceptabel krokighetsnivå.



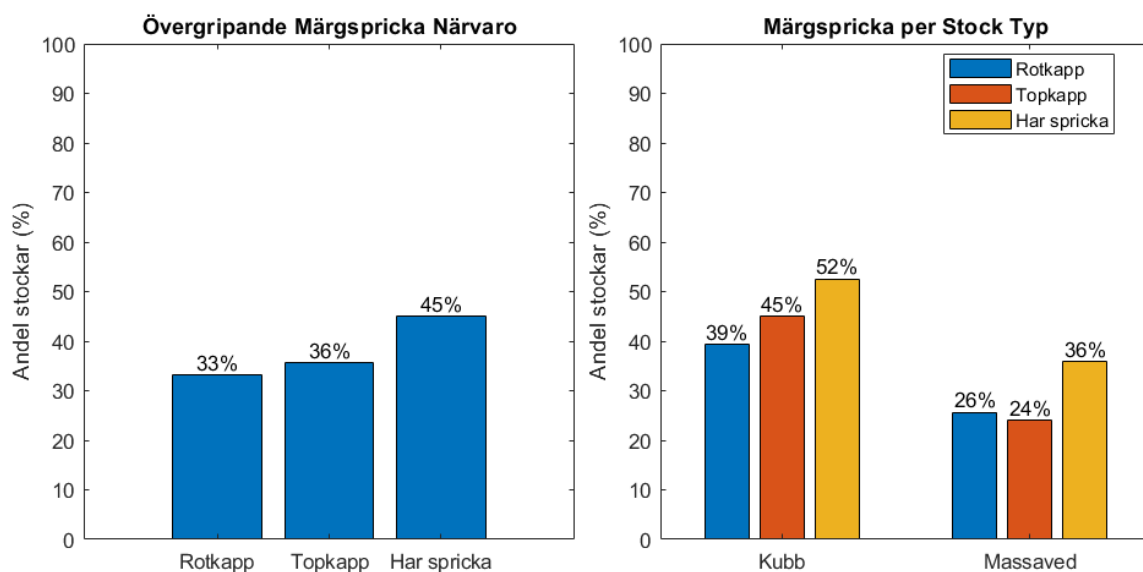
Figur 13. Fördelning av krokighetstyper och krokighetsnivåer för de individuellt uppmätta björkstockarna ($n = 840$), uppdelat på sortiment (kubb, massaved) samt totalt. Figuren visar andelar (%) för långkrok, slängkrok och ändkrok samt sammanfattande andelar krökfria stockar och stockar som bedömts 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 långkrok $\leq 2,5$ %/m.

Fördelningen mellan krokighetstyper visar att både långkrok och slängkrok förekom i flera nivåer, liksom ändkrok i längdklassen <20 cm. Ändkrok i längdklasserna 20–60 cm och >60 cm förekom däremot mer sällan. Den relativt högre förekomsten av kort ändkrok (<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 45 % av stockarna märgspricka i minst en av kapytorna. Förekomsten var likartad mellan kapytorna, med 33 % vid rotkapp och 36 % vid toppkapp (Figur 14). Vid uppdelning på sortiment framgår att kubb hade högre andel märgsprickor än massaved: inom kubb registrerades märgsprickor i 39 % (rotkapp) och 45 % (toppkapp), och totalt hade 52 % märgspricka i någon kapyta. För massaved var motsvarande andelar lägre: 26 % (rotkapp), 24 % (toppkapp) och totalt 36 % med märgspricka (Figur 14).

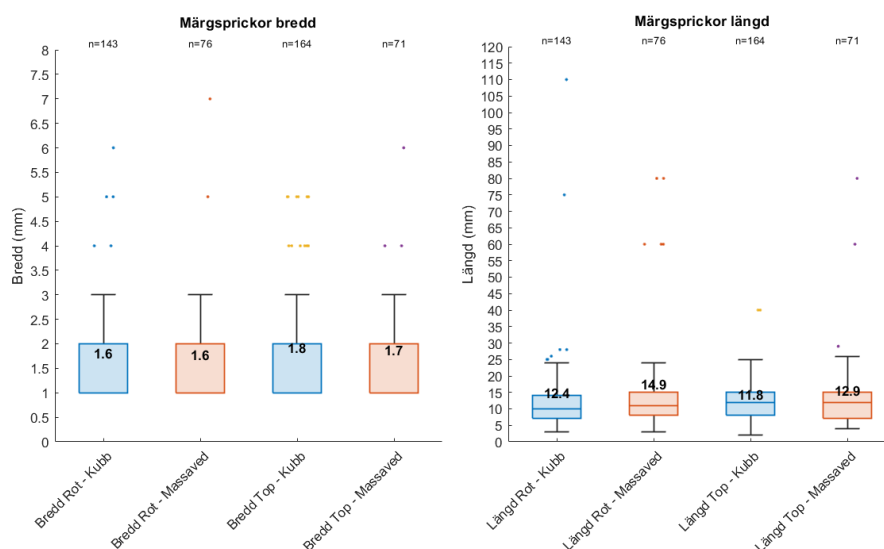
När sprickornas storlek studeras framgår att de i genomsnitt var små (Figur 15). Sprickbredden låg runt 1,6–1,8 mm (medelvärden per grupp), och spricklängden låg runt 11,8–14,9 mm (medelvärden per grupp). Samtidigt förekom enstaka längre sprickor (outliers), men huvuddelen av observationerna låg på väsentligt kortare nivåer.



Figur 14. Förekomst av mårgrsprickor i de individuellt uppmätta björkstockarna ($n = 840$). Vänster: andel stockar (%) med mårgrspricka vid rotkapp, toppkapp samt totalt (spricka i minst en kapyta). Höger: motsvarande andelar uppdelat på sortiment (kubb, massaved).

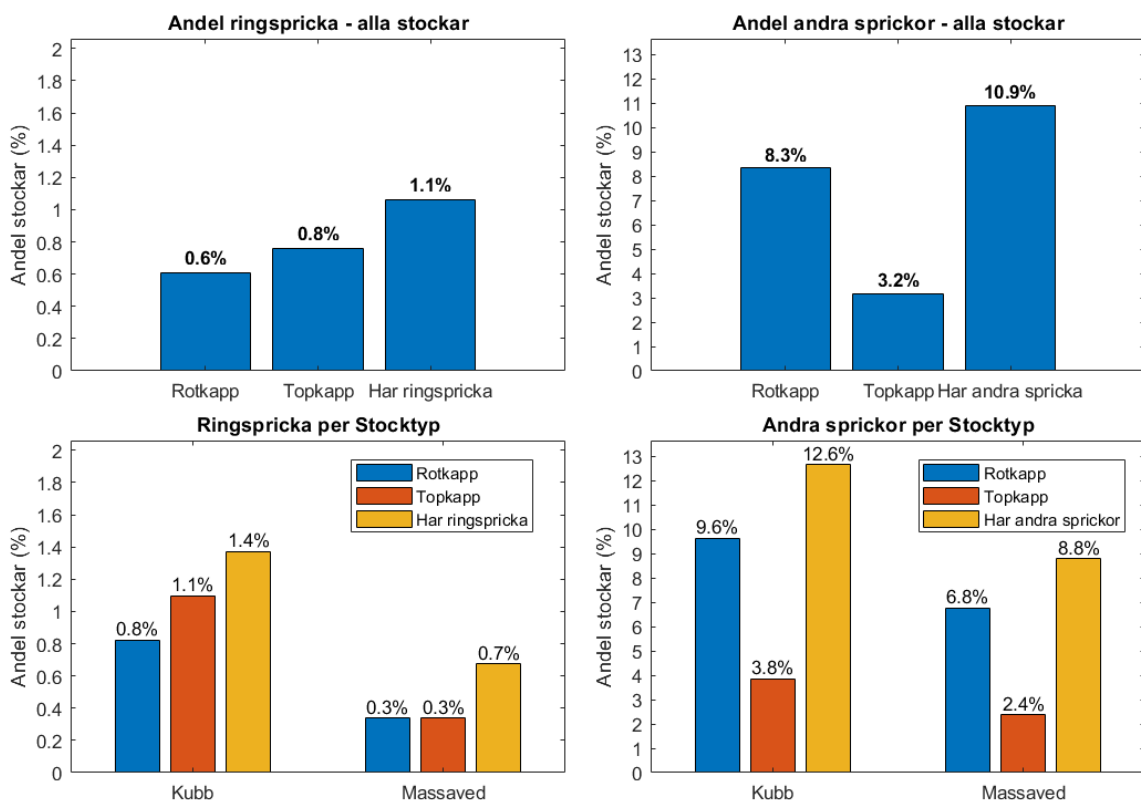
Vid tolkning av resultaten bör beaktas att stockarna i studien i flera fall lagrades relativt länge mellan ankomst och mätning, eftersom virket hanterades i batcher inför sågning. Detta kan ha ökat frekvensen av mårgrsprickor jämfört med en mer direkt mätkedja. Trots den relativt höga förekomsten indikerar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

Samtidigt kan även små sprickor påverka utbytet genom att delar behöver kapas bort vid sortering eller upparbetning.



Figur 15. Storlek på mårgrsprickor i de individuellt uppmätta björkstockarna ($n = 840$), uppdelat på kapyta (rotkapp, toppkapp) och sortiment (kubb, massaved). Vänster: sprickbredd (mm). Höger: spricklängd (mm). Boxplottarna visar median, kvartiler och spridning; n anger antal observationer med registrerad mårgrspricka i respektive grupp.

Ringsprickor förekom sällan i materialet (Figur 16). Sammantaget registrerades ringspricka i 1,1 % av stockarna i minst en av kapytorna. Förekomsten var något högre vid toppkapp (0,8 %) än vid rotkapp (0,6 %). Vid uppdelning på sortiment var ringspricka vanligare i kubb än i massaved: inom kubb registrerades ringspricka i 0,8 % (rotkapp) och 1,1 % (toppkapp), motsvarande 1,4 % totalt med ringspricka i någon kapyta. För massaved var andelarna lägre (0,3 % vid både rot- och toppkapp) och totalt 0,7 % med ringspricka. Med avseende på acceptans innebär den låga frekvensen att ringsprickor hade begränsad betydelse på gruppnivå i materialet, men kan på individnivå vara mer kritiska än mårgrsprickor eftersom de kan indikera sprickbildning som påverkar sammanhållningen i tvärsnittet.



Figur 16. 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 rotkapp, toppkapp samt totalt (spricka i minst en kapyta). Nedre panel: motsvarande andelar uppdelat på sortiment (kubb, massaved).

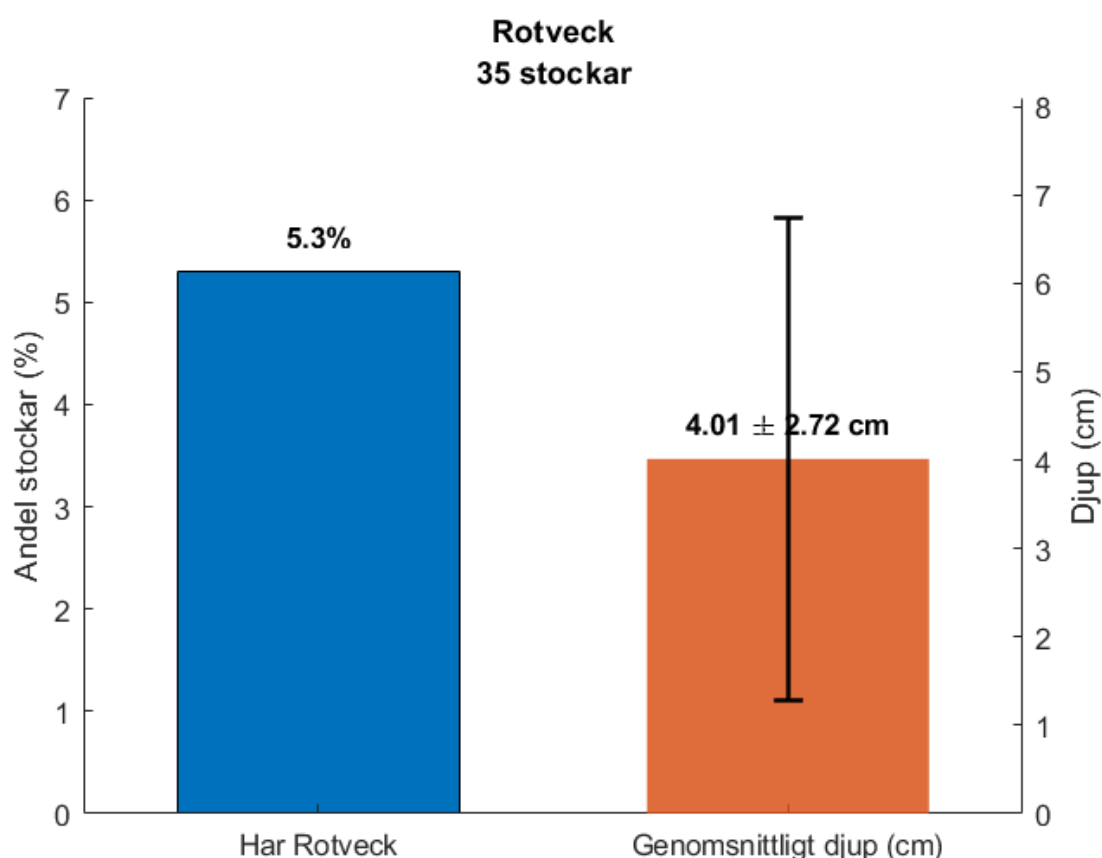
Andra sprickor i den sågbara cylindern var tydligt vanligare än ringsprickor (Figur 16). Totalt hade 10,9 % av stockarna annan spricka i minst en kapyta. Förekomsten var högre vid rotkapp (8,3 %) än vid toppkapp (3,2 %), vilket tyder på att dessa sprickor oftare påverkar stockens nedre del. Vid uppdelning på sortiment var andelen något högre i kubb (12,6 %) än i massaved (8,8 %). I båda sortimenten var sprickorna vanligare vid rotkapp (kubb 9,6 %, massaved 6,8 %) än vid toppkapp (kubb 3,8 %, massaved 2,4 %).

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/buckning. Jämfört med mårgrsprickor 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 5,3 % av de individuellt uppmätta stockarna (35 stockar), vilket indikerar att defekten är begränsad på gruppnivå men ändå förekommer i en icke försumbar andel av materialet. För de stockar där rotveck registrerades var det genomsnittliga rotveckdjupet $4,01 \pm 2,72$ 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 fanér stockar.

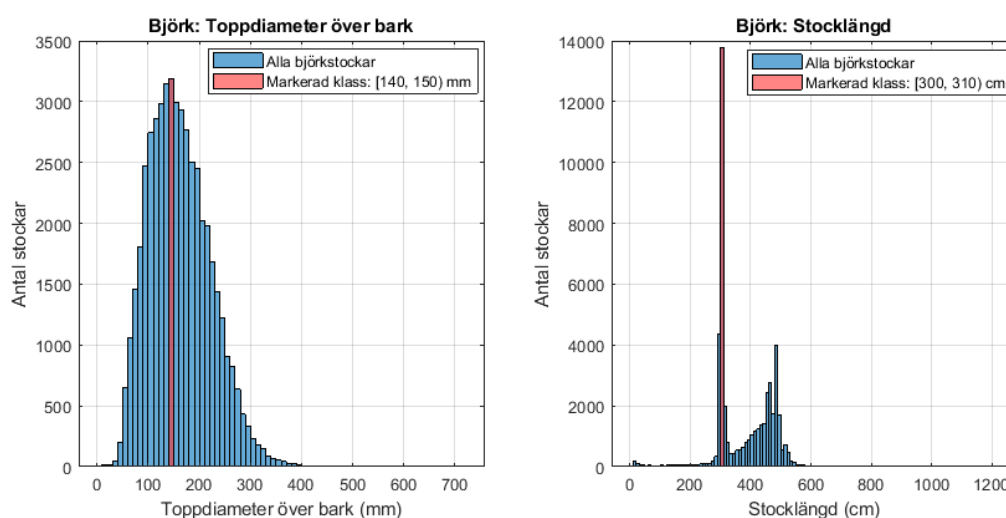


Figur 17. Förekomst av rotveck och rotveckdjup i de individuellt uppmätta björkstockarna ($n = 840$). Vänster: andel stockar (%) med registrerat rotveck. Höger: genomsnittligt rotveckdjup (cm) för stockar med rotveck ($n = 35$); felstaplar visar $\pm$ standardavvikelse.

Som jämförelse anger Latvijas Finieris för björkfaner att rotveck (längsgående fåror vid rotänden) kan accepteras under vissa villkor, med ett tillåtet djup upp till 5 cm (Latvijas Finieris 2025). 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 sågcylindern.

Godkännandegrad per scenario och kategori

För att utvärdera hur björkkvalitet 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 3-meterslängd. Därutöver förekommer även fallande längder, främst kopplade till massavedsaptering, med en tydlig koncentration kring cirka 5 meter.

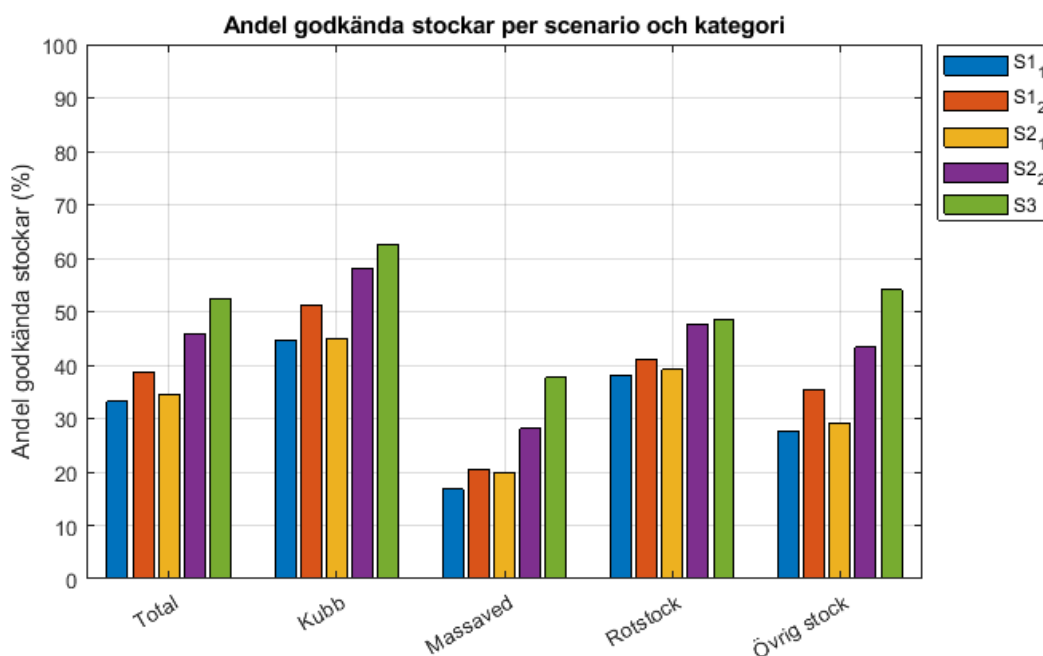


Figur 18. Dimensionsfördelning för samtliga björkstockar i skördardatat (hpr-filer). Vänster: toppdiameter över bark (mm). Höger: stocklängd (cm). Staplarna visar antal stockar per klass. Den röda markeringen anger miniminivå för godkänd toppdiameter respektive miniminivå för godkänd stocklängd.

Jämfört med urvalet av individuellt uppmätta stockar (Figur 4) har den fullständiga skördardatabasen en liknande form på längdfördelningen med dominerande 3-meterslängder, vilket indikerar att provurvalet representerar den vanligaste längdkategorin i materialet. Toppdiameterfördelningen i skördardatat 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 ett delmängd av den totala björkvolymen som ligger nära den dominerande apteringslängden, men att skördardatat innehåller en större spridning i dimensioner som blir relevant vid scenarioräkningar på beståndsnivå. Samtidigt kan förekomsten av fallande längder påverka volym- och kvalitetsberäkningarna, eftersom kvalitetsvektorn är framtagen för stockar omkring 3 m. I skördardatat används toppdiameter som styrande dimensionsmått utan explicit justering för stocklängd, vilket innebär att en 5 m lång stock normalt får en mindre toppdiameter än vad samma stamdel skulle ha haft om den kapats vid 3 m. 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). Överlag 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 19. 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 % i Scenario 1.1 till 52 % i Scenario 3 (Tabell 3). Skillnaden mellan Scenario 1.1 och 1.2 visar att tillåtelse av slängkrok $<1,5$ %/m gav en tydlig ökning i godkänd andel (33 → 39 %), vilket indikerar att slängkrok är en begränsande faktor i dagens sågtimmerkrav. På motsvarande sätt gav Scenario 2.2 (där slängkrok och ändkrok <20 cm tillåts) högre andel än Scenario 2.1 (35 → 46 %), vilket visar att en mer produktionsanpassad fanérsortering kan öka nyttjandet jämfört med strikt krökbegränsning.

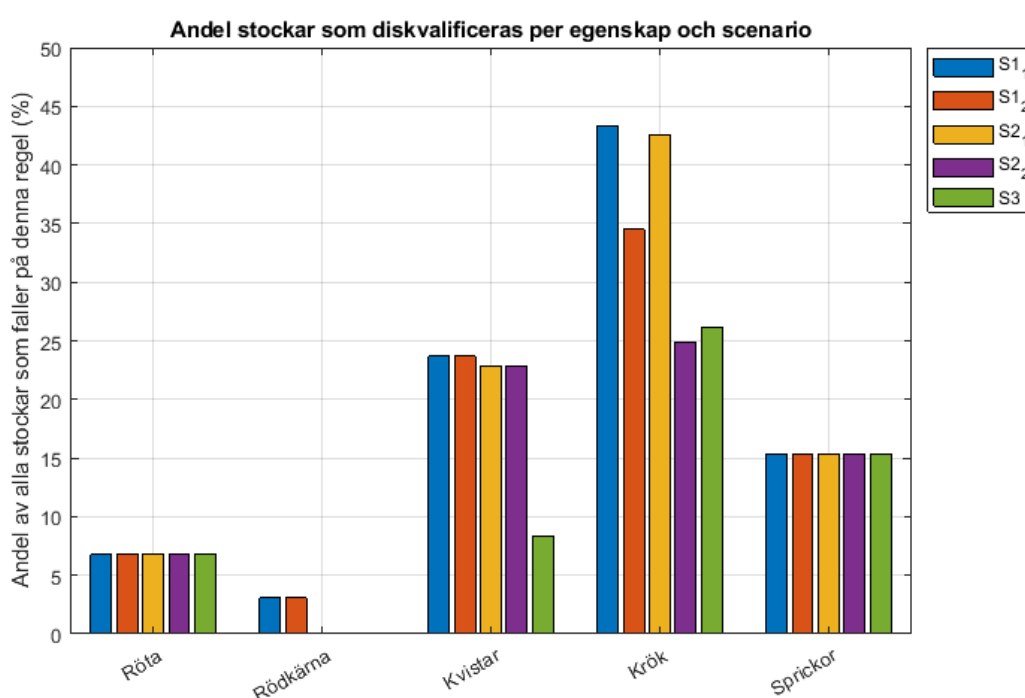
Tabell 3. Andel godkända stockar (%) för de individuellt uppmätta björkstockarna ($n = 840$) per scenario och kategori. (Scenario 1 avser sågtimmer, Scenario 2 fanér och Scenario 3 konstruktionsinriktat sortiment.)

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 % (S1.1) till 63 % (S3), medan massaved låg tydligt lägre men ökade från 17 % till 38 % när kraven lättades (Tabell 3). Detta innebär att potentialen att "lyfta" stockar från massaved till såg- eller fanérinriktade sortiment finns, 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 % och övrig stock 28 % 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 20. Andel av björkstockarna i skördardatat (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.

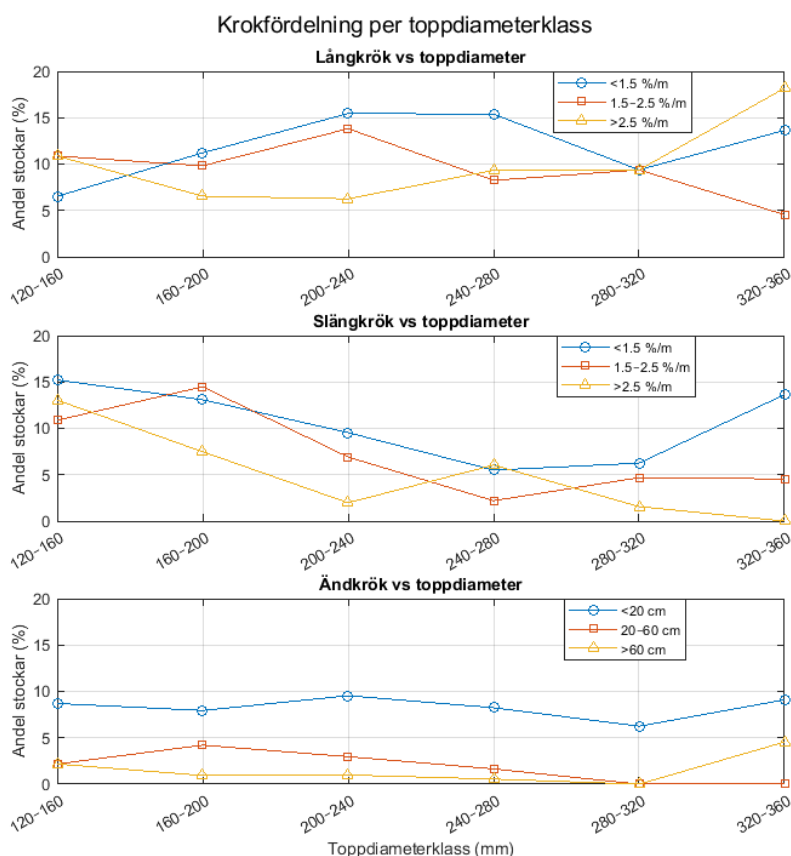
Över samtliga scenarier framträder krokighet som den tydligast dominerande diskvalificeringsorsaken, följt av kvistar (Figur 20). Andelen som faller på krokighetskravet är hög i de striktaste scenarierna (S1.1 och S2.1) och minskar tydligt när slängkrok och/eller kort ändkrok tillåts (S1.2 och särskilt S2.2), vilket visar att krökreglerna har stor styrande effekt på utfallet. I Scenario 3, där både lång- och slängkrok tillåts upp till 2,5 %/m och kort ändkrok 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 rötqvist är diskvalificerande, minskar kvistarnas bidrag 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 stabilt bidrag till diskvalificering (cirka samma nivå i samtliga scenarier), vilket tyder på att sprickkraven är lika utformade 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, monotont ökande eller minskande relation mellan toppdiameter och krokighet, utan mönstren varierar mellan krokighetstyper (Figur 21).



Figur 21. Krokfördelning per toppdiameterklass för de individuellt uppmätta björkstockarna ($n = 840$). Figuren visar andel stockar (%) i respektive toppdiameterklass för långkrok (klasser <1,5; 1,5–2,5; >2,5 %/m), slängkrok (klasser <1,5; 1,5–2,5; >2,5 %/m) samt ändkrok (klasser <20; 20–60; >60 cm).

För långkrok 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 %/m men en högre andel i klassen >2,5 %/m. För slängkrok 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. Ändkrok 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 öknings i den grövsta diameterklassen.

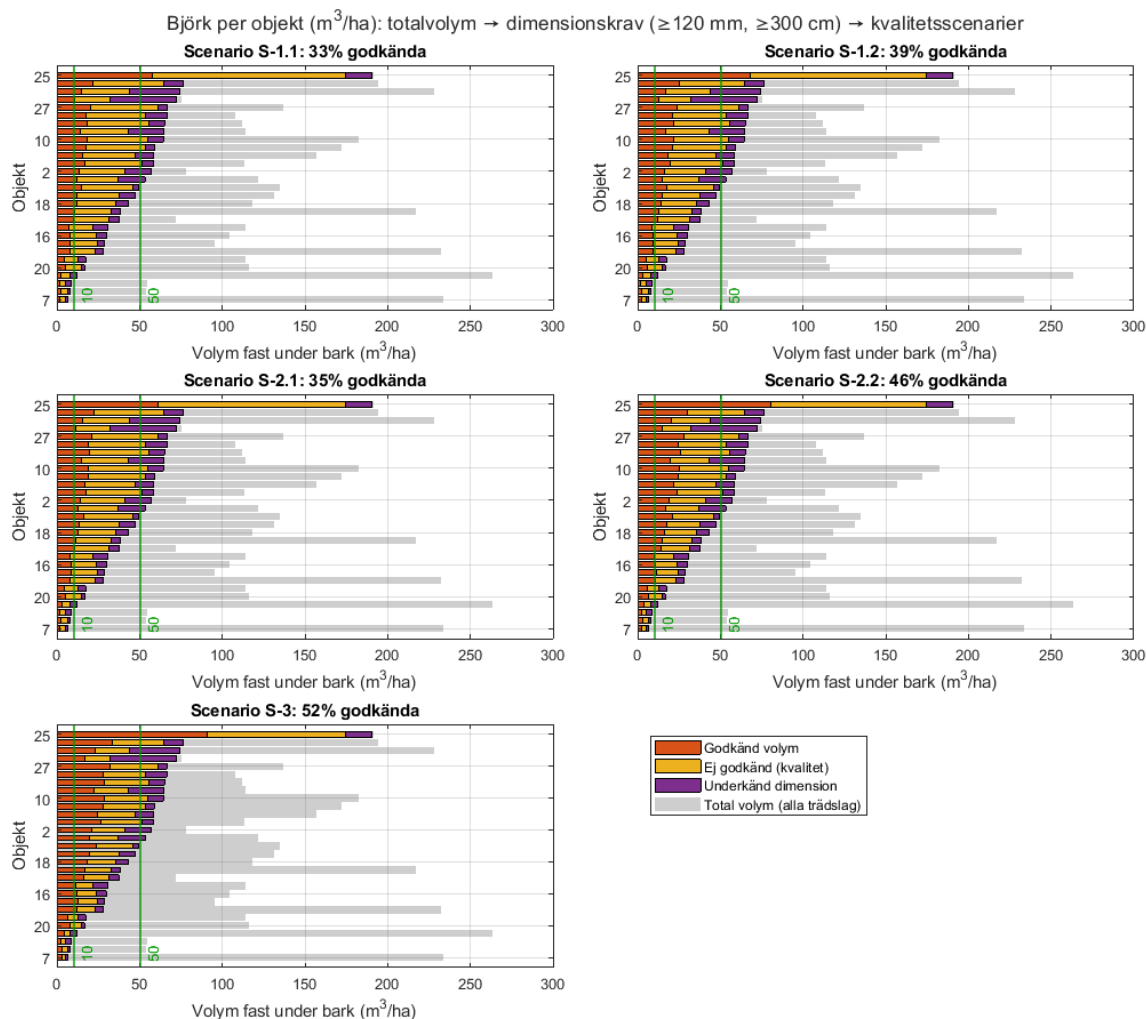
Sammantaget indikerar figuren att toppdiameter i sig inte är en stark prediktor för krokighet i materialet. Den höga diskvalificeringsandelen kopplad till krokighet (Figur 20) kan därför sannolikt inte reduceras enbart genom att styra mot grövre dimensioner, utan snarare genom förändrade toleranser/sorteringsregler eller processanpassning som bättre kan hantera krokiga stockar.

Den svaga kopplingen mellan toppdiameter och krokighet (Figur 21) indikerar att dimension i sig inte är en stark prediktor för krokighet i materialet. Detta talar för att krokigheten i högre grad kan vara relaterad till beståndsförhållanden och beståndshistoria, exempelvis konkurrens- och ljusförhållanden under uppväxten, tidpunkt och styrka i gallringsingrepp samt exponering för vind- och snölast. Även markförhållanden och topografi kan påverka stammens formutveckling. Sammantaget innebär detta att åtgärder för att minska krokighet sannolikt behöver sökas i skötsel- och beståndsanpassade strategier, snarare än genom att enbart styra mot grövre dimensioner.

Beståndsutfall per scenario

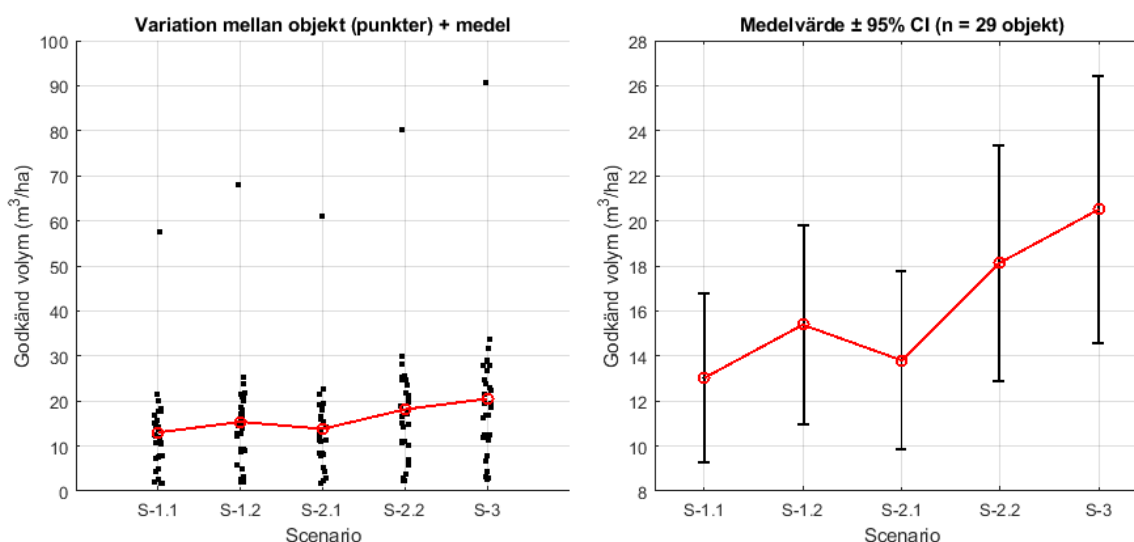
Figur 22 visar hur avverkad volym per objekt ($\text{m}^3\text{fub/ha}$) fördelas mellan total avverkad volym (grå staplar; alla trädslag) och björkvolum (färgade staplar) efter tillämpning av dimensionskrav (toppdiameter ≥ 120 mm och stocklängd ≥ 300 cm) samt kvalitetskrav enligt respektive scenario. Den färgade stapeln utgör total björkvolum 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.

Björkvolymer varierar kraftigt mellan objekt, och i många objekt utgör underkända andelar (lila och gul) en stor del av björkvolymer. 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.



Figur 22. 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). Grå 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 ha (median 2,96 ha), vilket innebär att många objekt i praktiken ligger nära eller under de arealer där en full bilslast kan förväntas även vid relativt höga godkända volymer per hektar. Detta hjälper att förklara varför flera objekt hamnar under 50 m^3 -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 bilslast 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 björkvolymen.



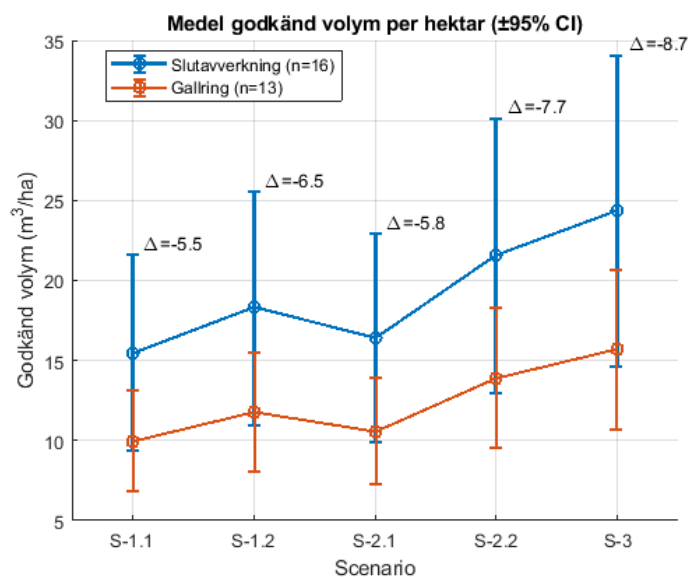
Figur 23. Godkänd björkvolymer per hektar (m^3_{fub}/ha) för de 29 avverkningsobjekten efter tillämpning av fem kvalitets- och sorteringsscenarier (S1.1, S1.2, S2.1, S2.2 och S3) på skördardatat inom sågbar dimensionsklass. Vänster panel visar variationen mellan objekt (punkter) samt medelvärde per scenario. Höger panel visar medelvärde $\pm 95\%$ konfidensintervall ($n = 29$ objekt).

Spridningen av utfallet av sågbara björk stockar mellan objekt är stor i samtliga scenarier, vilket indikerar att potentialen att producera godkänd volym påverkas starkt 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 m^3/ha i de striktare scenarierna (S1.1–S2.1), ökar till cirka 18 m^3/ha i Scenario 2.2 och når cirka 21 m^3/ha i Scenario 3 (Figur 23). Konfidensintervallen ($\pm 95\%$ 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 m^3/ha för slutavverkning jämfört med cirka 10 m^3/ha för gallring, och skillnaden kvarstår genom hela scenerieserien. I Scenario 3 ökar den godkända volymen till omkring 24–25 m^3/ha vid slutavverkning och cirka 15–16 m^3/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 6–9 m^3/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 24. Medel godkänd björkvolym per hektar (m^3_{fub}/ha) $\pm 95\%$ konfidensintervall för slutavverkning ($n = 16$) och gallring ($n = 13$) vid tillämpning av fem kvalitets- och sorteringscenarier (S1.1, S1.2, S2.1, S2.2 och S3) på skördardatat 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 björkvolym 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% konfidensintervall (Figur 23):

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

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

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

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

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

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

I det insamlade materialet var den genomsnittliga objektsarealen $4,8$ ha (standardavvikelse $6,2$ ha, median $2,96$ ha), vilket innebär att många objekt ligger nära eller under de arealnivåer som krävs för att samla ihop en full last 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 ($\approx 10 m^3$ 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 ha (S1.1), 0,9 ha (S1.2), 1,0 ha (S2.1), 0,8 ha (S2.2) och 0,7 ha (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 slängkrok eller kort ändkrok) 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 margsprickor behöver resultaten tolkas med en tydlig metodkontext: 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 margsprickor 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 ”stoppern” 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 slängkrok, hantering av ändkrok 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 sprötkvist-problematiken 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 när den totala björkvolymen per hektar kan vara relativt hög. Figur 22 visar att den röda (godkända) volymdelen ofta är liten i relation till total björkvolym, 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, vilket innebär att en enskild avverkning i normalfallet behöver omfatta flera hektar för att kunna ge en full billast av sågbar björk, givet de observerade nivåerna av godkänd volym per hektar.

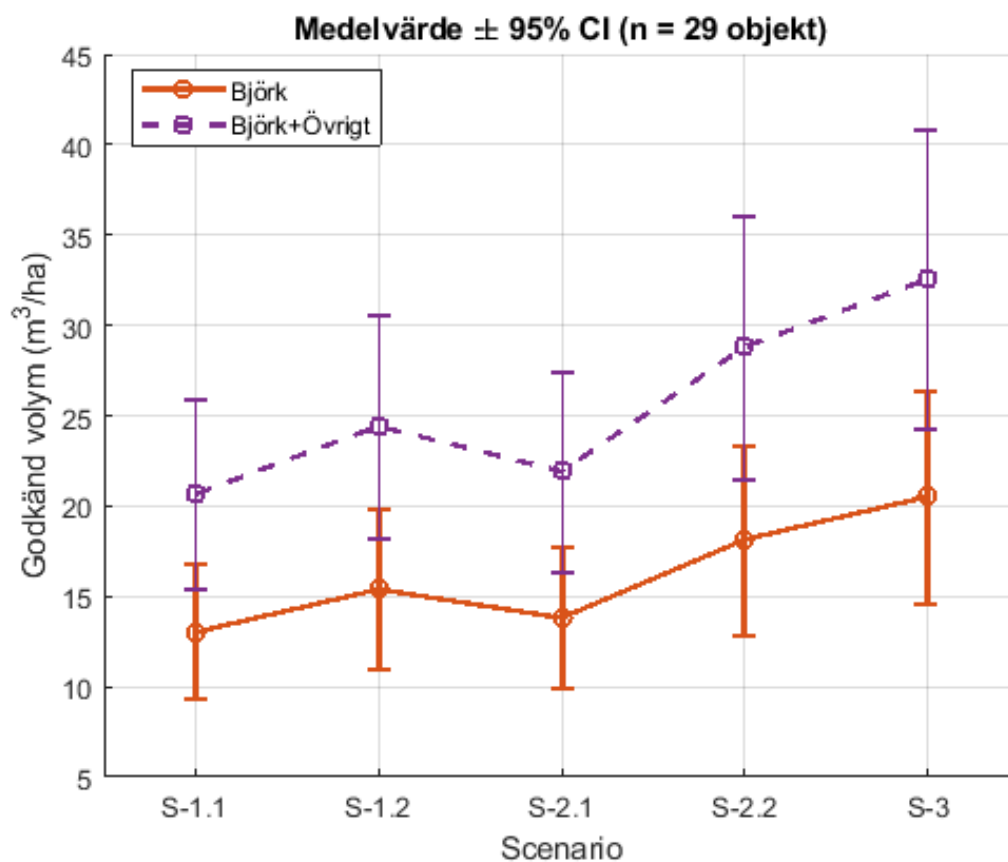
Samtidigt visar materialet att björkandelen i de studerade objekten är betydande (storleksordningen ≈36–38 % av volym/grundyta). Att sågtimervolymen ändå är begränsad indikerar att tillgången på björksågtimmer i första hand styrs av kvalitetsutfall (särskilt krokighet och kvistar), dimensions-/apteringskrav 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 ett införandeperspektiv kan det därför vara mer realistiskt att 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 – exempelvis tydligare sortering i fält eller vid massabruk, samlastning mellan objekt och/eller mellanlagring på terminal – och 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 bär 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 björkvolymen 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.

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.



Figur 25. Medelvärde av godkänd björkvolym per hektar (m^3/ha) $\pm$ 95 % konfidensintervall (n = 29 objekt) för fem kvalitets- och sorteringsscenarier (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.

Potentialen i alternativa sortiment – konstruktionsvirke som volymmotor

Scenarioanalysen visar att ett mer tillåtande, funktionsbaserat sortiment (Scenario 3) kan öka den godkända volymen per hektar tydligt. Baserat på medelvärdena motsvarar Scenario 3 cirka +60 % 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 "volymmotor" som gör att även objekt som inte bär ett traditionellt sågtimmerutfall kan bidra till en fungerande leveranskedja.

Enligt Lindgren et.al. (2025) uppgår den årliga björkvolymer som kan transporteras till Mörrums massabruk i södra Sverige till cirka 221 000 m³fub i diameterklassen 16+ cm (toppdiameter). Om även diameterklassen 14–16 cm inkluderas ökar den potentiellt transporterbara volymen till cirka 281 000 m³fub (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 transportflödet ger detta en indikativ potential på:

- Sågtimmer (Scenario 1): cirka 33–39 % godkända ⇒ ungefär 73 000–86 000 m³fub/år av volymen 16+ cm (och cirka 93 000–110 000 m³fub/år av volymen 14+ cm).
- Fanérstock (Scenario 2): cirka 35–46 % godkända ⇒ ungefär 77 000–102 000 m³fub/år av volymen 16+ cm (och cirka 98 000–129 000 m³fub/år av volymen 14+ cm).
- Konstruktionstimmer (Scenario 3): cirka 52 % godkända ⇒ ungefär 115 000 m³fub/år av volymen 16+ cm (och cirka 146 000 m³fub/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 transportflödet 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 metodpunkter att lyfta tydligt i diskussionen:

1. Lagringstid och sprickor: Längre lagring före mätning kan ha ökat förekomsten av måragsprickor, vilket gör att sprickresultat 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 3 m, 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 3 m, 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 beståndsfallet. Figur 25 visar ett känslighetsfall (Björk vs Björk+Övrigt) som anger ett övre tak för effekten; sannolikt ligger verkligheten mellan dessa nivåer.
4. Krokighetsupplösning och utebliven registrering av sprötkvist: I studien var högsta klass för långkrök >2,5 %/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 sågcyklern 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 %/m sannolikt har begränsad effekt på det totala godkännandeutfallet 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 praktik och vidare utveckling:

- Sorterings-/processutveckling: Störst volymeffekt fås genom att hantera krokighet (toleranser, processanpassning, kapstrategier), därefter kvistkrav.
- Apteringsdisciplin och kalibrering: Den starka koncentrationen runt standardlängd i provmaterialet visar att det går att få fram 3 m, men spridningen i skördardata och fallande längder tyder på att apteringspraxis kan påverka utfallet.
- 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 rotkapp.
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 volym 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 transportbara volymer.
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., M. Nordström and J. J. Möller (2012). StanForD 2010: modern communication with forest machines, Skogforsk.

Bylund, N. and L. Rytter (1997). Inventering av sågbart lövvirke i massavedsleveranser. Arbetsrapport nr 374, Skogforsk.

Fahlvik, N., M. Hannerz, L. Högbom, S. Jacobsson, M. Lizinierwicz, J. Palm, L. Rytter, J. Sonesson, M. Wallgren and J.-O. Weslien (2021). Björkens möjligheter i ett framtida klimatanpassat brukande av skog. Sammanställning av nuläget och förslag på insatser för framtiden, Skogforsk.

Karlsson, R., J. Palm, L. Woxblom and J. Johansson (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., M. Johansson, R. Ziethén and A. Briggert (2023). NEW 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., O. Gustavsson and K. Kons (2025). Björk – från skog till bygg. Uppsala: 28.

Mölle, E. and O. Fors (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.

Woxblom, L. (2025). Björk som material i byggande. ARBETSRAPPORT 1205-2024. Uppsala: 63.

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

Objekt No	Avv.form	Yta, ha	Ålder, år	Sl	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