

Skånes skogar ur ett klimatperspektiv

Rolf Björheden, Johan Sonesson, Mats Berlin & Bo Karlsson

2019-05-22



Innehåll

Sammanfattning	3
Bakgrund	5
Syfte.....	5
Kolets kretslopp och klimatfrågan.....	6
Skogen – ett verktyg för att hantera kolets kretslopp i klimatperspektiv.....	7
Växande skog binder kol	7
Nedbrytning och förbränning frigör kol bundet i biomassa	7
Allmänt om Skånes skogar	8
Skånes skogstillgångar.....	10
Lager av kol i Skånes skog och skogsmark.....	12
Dagens virkesförråd i Skåne	13
Skogsmarken som kolsänka.....	14
Kolets dynamik – Skånes skogar i ett flödesperspektiv.....	14
Tillväxt och avverkning	15
Skogsbrukets emissioner av koldioxid.....	15
En koldioxidbalans för Skåne – skogsbrukets roll	17
Substitutionseffekter av skogsbrukets produkter	17
Koldioxidbalans för Skåne	19
Kan klimatnyttan av skogen ökas?	20
Nya risker i nytt klimat	20
Anpassning av skogsskötsel.....	21
Val av genetiskt material vid föryngring.....	23
Potential för nya trädslag i Skåne.....	23
Källor och litteratur	26

Sammanfattning

Risken för ett förändrat klimat och global uppvärmning med svåra konsekvenser är i hög grad sammankopplad med förvaltningen av grundämnet kol. Vid förbränning av kolföreningar bildas koldioxid, den viktigaste växthusgasen, som driver på uppvärmningen.

Växande skog assimilerar genomfotosyntes koldioxid från luften och binder detta kol i sina vävnader. Skogen är en potent kolfälla och i ett land med mycket skog, som Sverige, debatteras därför skötsel av skog ur ett klimatperspektiv. Skogen och skogsbruket skall tillgodose många olika krav och även om klimatfrågan är mycket viktig så måste hänsyn, förutom till skogsägare- och skogsbrukets berättigade krav, tas till miljö- och naturskyddsfrågor, rekreation och friluftsliv, kulturmiljövård mm. En debatt om hur dessa olika intressen skall balanseras behöver en gemensam faktabakgrund för att bli meningsfull. Denna skrift utgör en del av en sådan faktabakgrund, vad gäller skogen i Skåne.

I Skåne finns ett betydande skogskapital. Länets 420 000 ha skogsmark utgör 38 procent av landytan och ligger geografiskt med sin tyngdpunkt norrut, mot smålandsgränsen samt på åsar och höjdsträckningar. Virkesförrådet i länet uppgår till ca 83 miljoner m³sk (stamved inklusive bark). I genomsnitt står det 197 m³sk/ha och tillväxten är i genomsnitt 11,3 m³sk/ha, år. Det är mycket höga siffror i ett svenskt perspektiv, vilket främst beror på den höga bördigheten i Skåne. Därmed blir skogen snabbare avverkningsmogen. Det medför att de skånska skogarna i medeltal är yngre än rikssnittet. Granen är det ekonomiskt viktigaste trädslaget och står för drygt hälften av virkesförrådet. Den återstående hälften fördelas ganska lika på tall, bok och ek, björk, och övrigt löv. Det höga inslaget av bok och ek ger möjlighet till exklusiv, men krävande, produktion av lövvirke där särskilt ek har en god marknad för närvarande. Lövskogen bör även särskilt uppmärksammas ur natur- och kulturperspektiv. Dagens tätare lövskogar har dock andra estetiska och ekologiska värden än äldre tiders lövskogar. Skötsel av reservat kan behövas för att upprätthålla de värden som uppstod som en följd av äldre tiders markutnyttjande.

Under 1900-talet introducerades granen i Skåne, dit den ännu inte hunnit vandra på naturlig väg. med gran. Det finns många aspekter på dagens högproducerande granskogar, men sett ur national- och produktionsekonomisk synvinkel har det varit en stor framgång. Dagens växtliga skogar är särdeles värdefulla i klimathänseende.

Den skånska skogen utgör ett betydande lager av kol. Totalt har träden, genom fotosyntes, lagrat 64 miljoner ton torrsustans biomassa, vilket motsvarar 32 miljoner ton kol eller 119 miljoner ton, räknat som koldioxid. I länets skogsmark finns ett ännu större lager av organiskt kol, ca 41 miljoner ton eller 149 miljoner ton koldioxid. Skogens lager av kol är därmed 63 gånger större än Skånes hela utsläpp av koldioxid, på 2016 års nivå (4,25 miljoner ton). Och detta lager ökar för närvarande, eftersom tillväxten, 3,6 miljoner m³sk, är högre än avverkningen, 2,8 miljoner m³sk.

I ett dynamiskt perspektiv beräknades Skånes koldioxidbalans genom att virkesförrådets ökning och substitutionseffekterna av uttagna skogsprodukter jämfördes med länets utsläpp av kolioxid. Analysen visade att Skåne som helhet är bidrar till ökningen av koldioxid i atmosfären. De årliga utsläppen (4,25 miljoner ton) är högre än den mängd koldioxid som binds genom ökat virkesförråd och genom skogsprodukternas substitutionseffekt, -0,64 respektive -1,25 miljoner ton koldioxid/år. Skånes nettoeffekt är därmed ett nettoutsläpp av 2 349 000 ton koldioxid per år.

För en uthållig och hög effekt av skogsbruket i klimatarbetet skall nettotillväxten vara så hög som möjligt, givetvis med hänsyn till andra viktiga mål. Så mycket som möjligt av den varu- och energiproduktionen som idag baseras på fossila kolkällor skall istället baseras på skogsråvara. För skogsbruket gäller då är att kontinuerligt ersätta äldre skog med nya, växtliga bestånd och att inte

avverka mer än tillväxten. Skåne har goda möjligheter att öka produktionen av virke och att, med hjälp av skogsbruket i länet, komma närmre en klimatneutral profil.

Risken för abiotiska skador kan förväntas öka i ett framtida klimat. En ökad frekvens av torra perioder med låg nederbörd och höga temperaturer kan stressa träd, särskilt på grovkorniga jordarter, grunda jordar och högt i terrängen. Trädslagen är olika motståndskraftiga mot torkstress och en tydlig riskfaktor är gran planterad på olämplig mark. Mer frekventa torrperioder ökar också risken för skogsbränder. Kraftiga stormar orsakar stora skador och men det finns ingen tydligt ökad risk i de aktuella klimatscenarierna. Däremot kan förväntade mildare och nederbördsrikare vintrar innebära högre markfuktighet och mindre tjäle, med ökad risk för vindfällda träd som följd. Skador av vårfrost, framförallt på unga granplantor men även andra trädslag, kan förväntas öka i ett varmare klimat.

Några av de ekonomiskt mest betydelsefulla skadegörarna i svensk skog är rotröta, granbarkborre och snytbagge. Trots det kan man hävda att svenska skogar, i ett internationellt perspektiv, varit ganska förskonade från angrepp av svampar och insekter. I ett varmare klimat finns mycket som talar för att skadorna kommer att öka. Befintliga skadegörare kan gynnas, som t.ex. barkborren som med varmare somrar kan producera fler generationer skalbaggar under samma år. Men det finns också ett antal potentiella skadegörare i sydliga grannländer och som kan komma hit vid ett varmare klimat.

En mer osäker framtid med ökade risker för både abiotiska och biotiska skador kan mötas genom att anpassa skogens skötsel på olika sätt. Den största möjligheten att anpassa framtidens skogar har vi i förnygringsfasen, där valet av trädslag och genetiskt material görs. Det är därför mycket viktigt att välja trädslag och genetiskt material som kan förväntas klara sig från framtida skador. Val av genetiskt material är minst lika viktigt som valet av trädslag. Förädlingsprogram med löpande testning av plantor på olika lokaler i olika klimat och med urval med inriktning på robusta genotyper finns för gran, tall och björk. Det gör att man har större möjligheter med dessa tre trädslag att göra ett kunskapsbaserat val av genetiskt material för ett framtida klimat än andra trädslag. Skogforsk tillhandahåller webverktyget PlantVal för detta.

En strategi inför en osäker framtid är också att sprida riskerna genom att ha fler trädslag. Detta kan göras på flera sätt. Man kan sköta trädslagsrena bestånd av olika trädslag eller blanda flera trädslag inom bestånd. Mellanformer där trädgrupper av annat trädslag blandas in i olika omfattning i annars homogena bestånd kan varieras mycket.

Förutom de inhemska trädslagen så erbjuder introducerade trädslag en möjlighet att sprida risker och ersätta skadedrabbade inhemska trädslag i framtiden. Vid introduktion av nya trädslag, särskilt i större skala, måste man hantera det faktum att introducerade arter innebär ekologiska risker.

Hyggesfria skötselsystem kan minska risken för vissa skador, men öka risken för andra. Vissa varianter av hyggesfri skötsel kan minska risken för insektsskador på samma sätt som blandskog genom att gynna skadeinsekternas naturliga fiender. Kunskapsläget om hyggesfria metoder och skador är dock begränsat för svenska förhållanden.

Bakgrund

I Skåne genomförs en regional dialog om strategin för Sveriges nationella skogsprogram. I samband härmed har identifierats ett behov av att deltagarna i denna dialog kan utgå från ett gemensamt kunskapsunderlag. Inte minst gäller detta kopplingen mellan den regionala skogsresursen och behovet att bidra till ett effektivt klimatarbete.

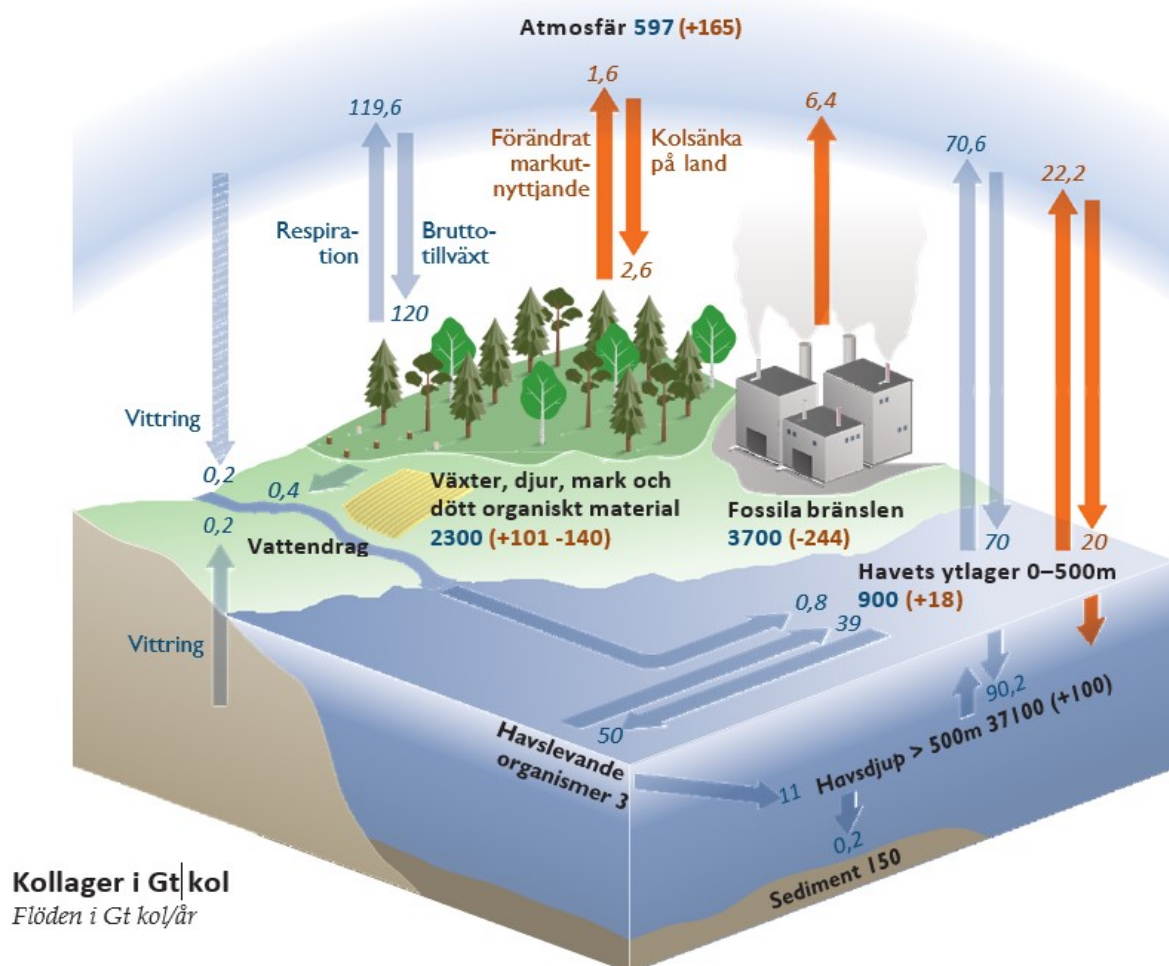
Syfte

Syftet med denna sammanställning är att tillhandahålla ett kunskapsunderlag avseende Skånes skogar i ett klimatperspektiv. Underlaget riktar sig till olika aktörer och beslutsfattare. Avsikten har varit att underlaget även skall kunna kommuniceras och ställas till allmänt förfogande. Fokus ligger på en bedömning av den skånska skogens möjligheter i omställningen till ett samhälle utan negativ klimatpåverkan och den skånska skogens unika förutsättningar.

Kolets kretslopp och klimatfrågan

Var, och i vilken form, grundämnet kol lagras, har en central roll i de modeller som beskriver klimatet. Jordens klimat bestäms av en mängd samspelande processer. Deras sammanhang och effekter är ännu inte helt kända. Forskning visar att klimatet över tid varierat beroende på samspelet mellan atmosfär, hydrosfär och geosfär, och särskilt vad gäller utbytet av kol dem emellan (Figur 1). Havsbottenarnas sediment och inlandsisarnas lagerföljder utgör "arkiv" där klimatet och dess förändringar kan avläsas. I inlandsisar kan även atmosfärens halt av koldioxid avläsas, genom analys av de luftbubblor som årligen innesluts i isen. Distinkta händelser, t.ex. stora vulkanutbrott som medfört kraftiga höjningar av koldioxidhalten, ger en tydligt avläsbar effekt på klimatet. Genom ett samspel mellan biosfärens olika delsystem etableras ett nytt jämviktsläge efter sådana störningar.

Mänsklig aktivitet påverkar i ökande grad mängden kol i omlopp, som en följd av förbränning av fossila koldepåer (stenkol, olja och naturgas) och genom t.ex. cementframställning, tillverkning av drivmedel, förändrat markutnyttjande, utdikning av torvmarker och avskogning. En omfattande omföring av ekosystemet skog till jordbruksmark mobiliserar koldioxid och har flyttat betydande kollager från växtbiomassa och mark till atmosfären. Härigenom tillförs atmosfären stora mängder koldioxid.



Figur 1. Kolets kretslopp och dess globala flöden (efter IPCC 2007). Blå siffror avser förråd i Gt (miljarder ton) av kol och flöden i Gt kol/år före industrialismen, ca 1750. Röda siffror visar hur förråd och flöden bedöms ha ändrats p.g.a. mänskliga aktiviteter omkring 2005.

Halten av koldioxid i atmosfären har ökat från 0,028 % under 1800-talet till 0,041 % idag. Detta motsvarar 188 miljarder ton kol. Koldioxid är en *växthusgas*, som bidrar till att minska den mängd solenergi som reflekteras av jorden. Resultatet blir ökande medeltemperatur och förändrat klimat. Även om vi ännu inte känner till exakt vilka effekter den ökande halten av koldioxid kan få så är argumenten starka för den s.k. *försiktighetsprincipen*, vilken innebär en målsättning att i så liten grad som möjligt påverka den naturliga balansen i kolets kretslopp.

Skogen – ett verktyg för att hantera kolets kretslopp i klimatperspektiv

Det är en allmänt accepterad insikt att det globala klimatet nu förändras, främst som en följd av stora och ökande utsläpp av växthusgasen koldioxid. Utsläppen är en följd av mänsklig aktivitet. De beror på förbränning av fossila koldepåer i form av kol, olja och naturgas, men är också en följd av byggnation och avskogning följt av förändrat markutnyttjande, t ex då skogar huggs ned för att omföras till jordbruksmark eller för infrastruktur och bebyggelse.

För att bromsa och vända denna utveckling krävs kraftfulla internationella åtgärder för att ställa om till ett samhälle som inte påverkar klimatet negativt. Skogssektorn har flera beröringspunkter med den här utvecklingen. Vid sin tillväxt tar skogen upp koldioxid från luften. I ett skogsland som Sverige är skogsbruket den samhällssektor som hanterar de ojämförligt största lagren och flödena av kol i form av växande skog, skogsmark med uppbyggt kolförråd och genom hantering av virke och bränslesortiment. Därmed blir också skogsbruket en viktig tillgång i Sveriges nationella och regionala klimatarbete.

Växande skog binder kol

Genom fotosyntes utnyttjar skogsträden ljusenergi för att binda atmosfäriskt kol i form av växthusgasen koldioxid. De frigör samtidigt syre.

En del av energin i det bildade sockret används för växternas cellandning, men världens och Sveriges skogar lagrar genom sin nettotillväxt stora mängder kol. Kolet som absorberas och assimileras av trädens gröna delar lagras då i form av kolväten som cellulosa, hemicellulosa, lignin, stärkelse m.m. För träden lagras med tiden huvuddelen av kolet i trädens vedartade delar, dvs. i form av stamved, grenar, kvistar och grövre rötter.

Ungefär hälften av trädens torrsvikt utgörs av kol, även om andelen varierar mellan olika trädslag. Barrträd innehåller något mer kol (ca 51 %) än lövträd (ca 48 %), mest på grund av en högre ligninhalt hos barrträden, ca 30 %, jämfört med 20 % för lövträd.

Eftersom skogen är det helt dominerande ekosystemet i Sverige så blir förrådet av kol i trädbiomassa mycket stort, liksom den årliga inbindningen av kol genom trädens tillväxt.

Nedbrytning och förbränning frigör kol bundet i biomassa

Döda träd och växtdelar liksom stubbar, grenar och toppar som lämnas kvar efter en avverkning bryts ner av organismer som lever på den näring och energi de kan frigöra ur biomassan. Slutprodukterna blir koldioxid och vatten. Koldioxiden frigörs åter till atmosfären. Detta sker också då vi eldar skogsbränsle eller utviner energi från uttjänta träbaserade produkter i ett värmeverk.

Nedbrytningen tar olika lång tid, bl.a. beroende på typ av biomassa. Näringsrika och finfördelade växtdelar bryts ner snabbare än grövre, vedartade växtdelar. Temperatur, fuktighet och tillgången på syre har också stor betydelse för nedbrytningsförloppet. Under fuktiga, syrefattiga betingelser, som i våra torvmossar, går nedbrytningen mycket långsamt. Även i torra miljöer går nedbrytningen långsamt.

Allmänt om Skånes skogar

Efter inlandsisens recession, för ca 14 000 år sedan, vandrade björkar, alar, hassel och tall in över landbryggan som förband kontinenten med det som skulle bli Skåne. Fyra tusen år senare följer ek och alm efter. Medeltemperaturen var under denna tid betydligt högre än idag och ytterligare 1000 år senare vandrade linden in för att för 8 000 år sedan följas av asken. Lövträden hade nu tagit inte bara Skåne i besittning utan hela Götaland och delar av Svealand dominerades av nemoral lövskog. Boken, som idag är något av ett karaktärsträd, kommer sent in i länet och börjar breda ut sig för ungefär 3 000 år sedan. Genom sjunkande årsmedeltemperaturer har de vidsträckta nemorala lövskogarna därefter tryckts tillbaka. Under historisk tid har den nemorala skogen i Sverige varit en exklusivitet för västkusten, Skåne, Blekinge och delar av Småland. Rester av tidigare utbredning kan dock spåras genom kvarvarande spridda förekomster många håll i landet, oftast i bättre klimat- och bördighetslägen och kopplat till en tidigare markanvändning inom lantbruket.

Skånes skogar har under mycket lång tid varit starkt påverkade av mänsklig aktivitet. Den bördiga skånska myllan gjorde att landskapet tidigt blev uppodlat och folkrikt. Behovet av virke för byggnad, husbehov och vedbrand har tidigt satt djupa spår i skogslandskapet. Som annorstädes var en viktig nytta av skogen också att kunna hålla husdjur på bete. Skånes nemorala skogar med ett högt inslag av ek, och så småningom även bok har särskilt uppskattats som foderplats för svin. Ollonsvin, dvs grisar som under hösten fått tillgång till ollonbete, var en uppskattad delikatess. Ollonskogen betraktas tidigt som *regale*, dvs en särskild kunglig rättighet som medförde skatteintäkter genom *ollongäld*. Redan 1177 meddelar den danske kungen rättigheter för munkar att hålla ollonsvin i bok- och ekskogar i anslutning till vissa kloster.

Att bekämpa utbredningen av flygsandfält var ett annat viktigt arbete till vilka man försökte ta skogen till hjälp. Från 1746 anlades i Skanör blandade ek- och almskogar genom sådd av professor Lidbäck som tio år senare skapade det *Skånska planteringsverket* med ambitionen att uppmuntra bönderna till plantering av skogar och vindskyddande häckar.

Omsorgen om skogsförnyringsfrågorna som visas genom planteringsverkets inrättande och behovet av vindbarriärer visar att Skåne var ett mycket öppet landskap, sannolikt med skogs- och vedbrist inom större områden. Andra indikationer utgörs av de ofta förekommande rättegångar där enskilda personer instäms för brott mot Skogsordningen. Det synes dock särskilt ha rört sig om att allmogen "förgripit sig" på ekar. Trädslaget betraktades också som *regale* och var förbehållet användning för främst örlogsflottan. Under denna stormaktstiden grundlades därmed ett allmänt hat mot detta trädslag.

Resultatet av flygsandsbekämpningen var inledningsvis klen, men under följande år kompletterades planteringarna med tall. Först från 1820-talet tycks man ha bemästrat metoden och i Skanör dröjde det ända inpå på 1890-talet innan man tyckte sig ha stabiliserat flygsanden.

De storartade framgångar som svensk sågverksnäring nådde som exportnäring, med början under 1850-talet, gav kraft åt en livlig debatt med målsättningen att återbeskoga de vidsträckta avgnagda beteslandskapen i södra Sverige. Skåne, med sina vidsträckta bördiga jordbruksmarker, var i lägre grad föremål för dessa strävanden än t ex Halland och Småland. Men tankarna på att ett rationellt, produktionsinriktat skogsbruk får genomslag och blir ett ideal för att bättra ekonomin i de glesa hagmarks- och fäladsskogar som tidigare sköts genom hamling och skottskogsbruk i kombination med betesdrift. Gods och andra större markägare gick i täten för denna utveckling. Gran planteras från 1800-talets sista decennier och blir snart ett huvudträdslag i de norra delarna av länet och på större markinnehav. År 1932 bildas *Skånes Ideella Skogsägareförening*, följt av *Skånes Skogsägares försäljningsförening*, 1934. Därmed kan detta produktionsinriktade tankesätt sägas ha nått ett

fullständigt genomslag och denna inställning kom att dominera huvuddelen av 1900-talet. För bok- och ekskogar överges lågskogsbruket och produktionsmålet blir istället högskogsbruk med timmerproduktion som mål. Skånsk skogshushållning blev under 1900-talet inriktad emot försörjning av industrin med virke och det är under denna period som granskog börjar anläggas i stor omfattning. Granen är idag till volymen det viktigaste trädslaget i skåneskogen, trots att det under sin naturliga vandring söderut ännu inte nått över smålandsgränsen. Kemiska medel, som DDT, används som mirakelmedel emot skogsskadeinsekter, till exempel genom flygbekämpning av tallfly i trakten av Vittskövle år 1947. Lövskogen ändrar karaktär från gles, ofta hamlad lågskog, till högskog. Arealen och andelen minskar då improduktiva fälader ersätts med planterad gran.

Vid 1970-talets slut drabbades svenskt skogsbruk av en allvarlig lågkonjunktur. Skogsägareföreningar som byggt upp ett eget industriinnehav upplevde stora ekonomiska problem. Staten gick i vissa fall in som ekonomisk garant, t.ex. i det föreningsägda industribolaget NCB och i Södra medan andra föreningar, som Skåneskog, inte fick denna möjlighet. År 1978, går skogsägareföreningen Skåneskog i konkurs, men efterträds 1979 av den nybildade Skånes Skogsägare vilken år 1992 fusionerar med [Södra Skogsägarna](#).

En effekt av övergången till högskogsbruk och införandet av trakthyggesbruk med gran som huvudträdslag har varit att skogens känslighet för vind har ökat. 1967 fälls ca 2,5 miljoner m³ skog i en större storm. År 1981 drabbas Skåne och Blekinge åter av hårda stormar: 2 miljoner m³ stormfälls, de båda stormarna Gudrun och Per är mera sentida exempel av än större omfattning. Man söker nu vägar att begränsa riskerna för omfattande stormskador, flera idéer kring val av trädslag och förändrad skötsel har förts fram i debatten, men det är ännu tidigt att uttala sig om vilka effekter de föreslagna åtgärderna kommer att få.

Den under 1970- och 80-talen framväxande miljörörelsen har idag betydande effekter på skånsk skogsskötsel. Eftersom många rödlistade arter knyts till de kvarvarande resterna av nemoral lövskog har skogstypen ansetts särskilt skyddsvärd ur biodiversitetsperspektiv. Ett växande antal reservat har inrättats, men frånvaron av kontinuerlig och konsekvent skötsel har ibland succesivt minskat de värden man velat bevara. Många av de skyddsvärda områdena är i själva verket resultatet av specifika utnyttjandeformer och kultur- snarare än naturskyddsobjekt. [Ädellövskogslagen](#), som tillkom 1984, har som syfte att säkerställa att arealen ädellövskog inte skall minska. Ädellövskog definieras som skogar där minst 50 procent utgörs av ek, bok, avenbok, lind, alm, ask, lönn och fågelbär samt 20 procent övrigt löv. Lövskogsskötseln ställer särskilda krav på kunskaper, som inte särskilt väl tillgodosetts av svenska skogsutbildningar. Skogsförvaltningen hos de större skånska markägarna har därmed ofta kommit att skötas av danska jägmästare, vars arbetsmarknad genom den svenska kompetens- och intressebristen nära nog fördubblats.

Liten faktaruta för den intresserade läsaren

Skånes skogsmarksareal är 420 000 hektar (en hektar är 100×100 m). Uppgifterna kan variera något beroende på i vilken grad naturreservat, torvmarker insprängda i skogen etc räknas med. Dela en totalsumma med 420 000 för att räkna fram en genomsnittlig siffra per hektar.

I texten används många olika måttslag för beskrivning av skog, virke och biomassa. De flesta förklaras i Figur 6. Här ges några av de omräkningstal som använts i denna skrift, för att gå från ett måttslag till ett annat.

Ett mycket vanligt mått är **skogskubikmeter, m³sk**, som är volymen av stamvirke inklusive bark. Men eftersom denna skrift främst handlar om mängden kol som binds av de växande träden så behöver vi även beräkna volymen av biomassa för grenar, bladverk och stubbe-rotsystem.

Måttet i m³sk multipliceras med en faktor 1,8 för att ge totalvolymen biomassa i hela trädet, eller med en faktor 0,769 för att istället uttrycka biomassan som **ton torrsustans**, som är ett lämpligare måttslag då vi vill beräkna mängden kol som bundits.

Måttet i ton torrsustans multiplicerat med en faktor 0,51 ger antalet **ton kol** som bundits i biomassan. För att räkna ut hur många **ton koldioxid** detta motsvarar skall mängden kol delas med 0,273 eftersom koldioxid endast till 27,3 % består av kol.

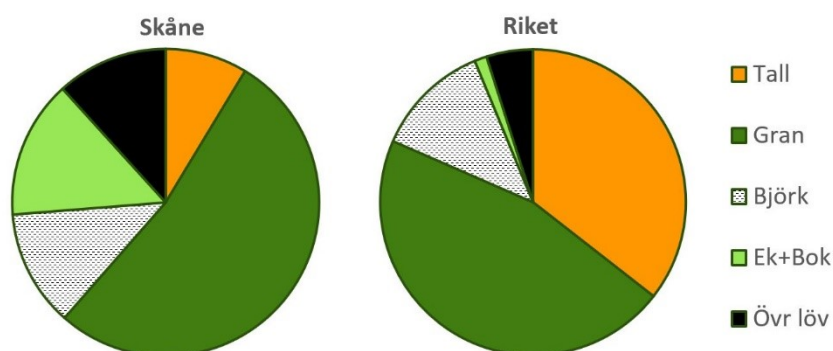
Skånes skogstillgångar

Skåne utgör en nordlig utpost av Europas lövskogsregion och har för svenska förhållanden ett stort inslag av lövträd, framförallt bok och ek (Figur 2). Växtgeografiskt tillhör området den **nemoral** (lundartade) zonen och kännetecknas av att lövträd här har en dominerande roll i de naturliga skogarna. I Skåne utgör lövträd nära hälften av virkesförrådet medan det svenska genomsnittet är en knapp femtedel. Ek och bok är betydligt vanligare, jämfört med vad som gäller för Sverige (Figur 2). Bland barrträden förekommer tall i jämförelsevis begränsad omfattning. I Skåne utgör granen ca hälften av virkesvolymen. Detta är en främst en följd av omfattande plantering, eftersom granen naturligt endast berör området marginellt (Figur 4).

Ädellövskogen är en viktig produktionsresurs där särskilt efterfrågan på ek är stor. Även boken har de senaste åren lyft efter flera år av dålig lönsamhet vilket lett till att flertalet skånska boksågverk lagt ner. Timmer exporteras nu till Kina i container och bokmassaved är en viktig del i både finpapperstillverkning och textilmassa. Ädellövskogen har också mycket höga natur- och kulturvärden. Den kräver därför särskilda skötselformer och en hög hänsynsnivå. Ett aktivt brukande är nödvändigt för markägarnas vilja att utöka ädellövskogen. Ädellövskog omfattas av särskild lagstiftning, ädellövskogslagen som också ger markägaren ersättning för den dyrare skötseln.

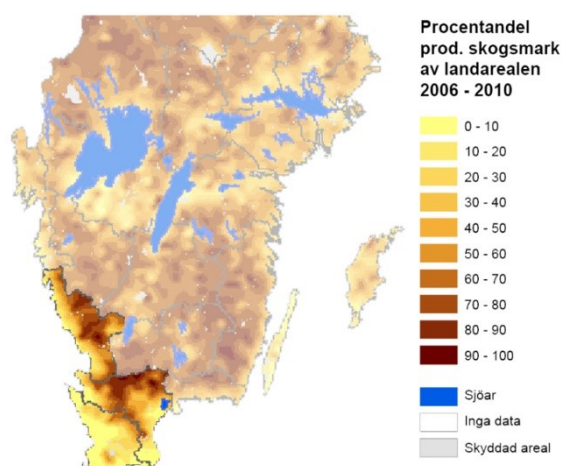
Ädellövskogen lagrar kol bra genom sin höga densitet och genom de stora rotsystemen som blir kvar i marken.

Förutom skyddet för skogsägarens ekonomiska intressen måste åtgärder för att utveckla och stärka skogsbrukets positiva klimatpåverkan balanseras emot andra berättigade mål som biodiversitet och miljömål, rekreation och landskapsestetik, kulturmiljöskydd etc.



Figur 2. Virkesförrådets fördelning på trädslagsgrupper i Skåne och i Sverige.

Skånes skogar täcker 38 procent av landytan medan riksgenomsnittet är 58 procent. Länets 420 000 ha produktiva skogsmark finns i norr, samt längs höjdsträckningar som Söderåsen (Figur 3).



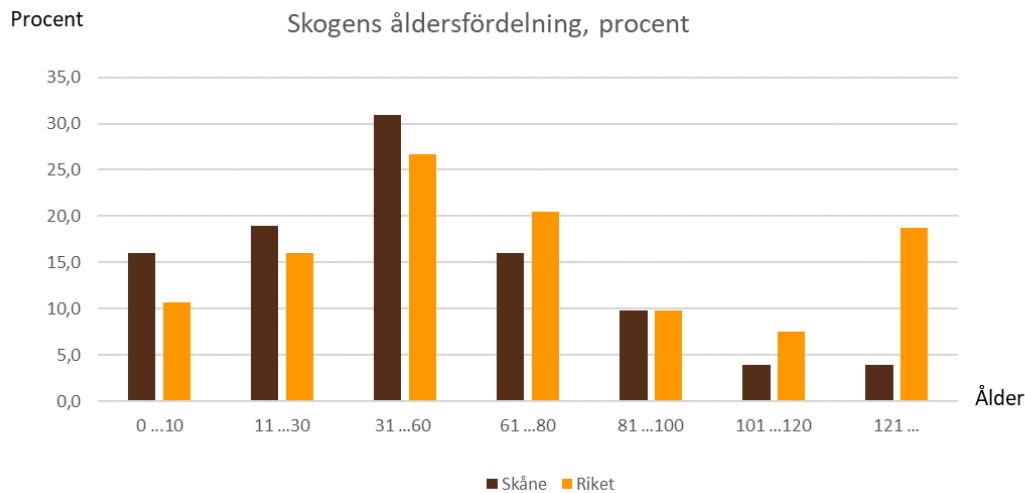
Figur 3. Skogens täckningsgrad i procent av landareal. I Skåne är skogen koncentrerad till höjdsträckningar som Hallandsåsen och Söderåsen samt i gränstrakterna mot Småland och Blekinge.



Figur 4. Granen är det volymmässigt dominerande och ekonomiskt viktigaste trädslaget i Skåne. Den finns huvudsakligen i planterade bestånd (ljusgrönt i kartan). Naturligt har granen hunnit sprida sig endast till norra delen av Skåne (mörkgrönt i kartan). Efter IUCN, 2006.

Skogarna i Skåne är genomsnittligt unga jämfört med svensk skog i allmänhet (Figur 5). Den arealvägda medelåldern, 47 år, är endast 2/3 av riksgenomsnittet, 72 år. Detta beror främst på den höga bördigheten i länet, vilket medför att produktionsskogarna snabbt når avverkningsmogen ålder. Bördigheten för skogsmark kallas *bonitet* och beskriver naturligt möjlig virkesproduktion i *skogskubikmeter* (Figur 6) per *hektar* (100X100 m). Det svenska medelbonitet är 5,4 m³/ha medan den i Skåne är 11,3 m³/ha.

Den höga virkesproduktionen och de korta omloppstiderna i Skåne ökar möjligheterna att genom aktiv skogsskötsel få snabbt och kraftfullt genomslag i åtgärder för att utnyttja skogsbruket som ett verktyg för klimatarbete.



Figur 5. Skogsmarksarealen fördelad på åldersklasser. Åldersfördelningen i Skåne och skiljer sig från riksgenomsnittet främst genom en högre andel plant- och ungskog och en lägre andel skog äldre än 100 år. Detta torde främst vara en effekt av den höga bördigheten i länen.

Lager av kol i Skånes skog och skogsmark

Följande avsnitt, där kolförrådet Skånes skogar presenteras, bygger på data från Riksskogstaxeringen (SLU), som publicerar statistik kring Sveriges skogar. Uppgifter om avverkning och övriga skogliga arbeten har även erhållits från Skogsstyrelsens statistikavdelning i Jönköping. Då det gäller förrådet av kol i skogsmarken har data ställts till förfogande av Markinventeringen (SLU).

I avsnittet redovisas de viktigaste antaganden som lagts till grund för beräkningarna. Resultaten presenteras genomgående jämsides med siffror för hela landet, för jämförelsens skull. I Figur 6 definieras de skogliga måttenheter som används vid beskrivningen av skogsresursen.

NÅGRA MÅTT PÅ SKOG OCH VIRKE

Skogskubikmeter (m^3sk)

Volymen av hela stammen och dess bark, ovan ett tänkt stubbskär.

Fastkubikmeter under bark (m^3fub)

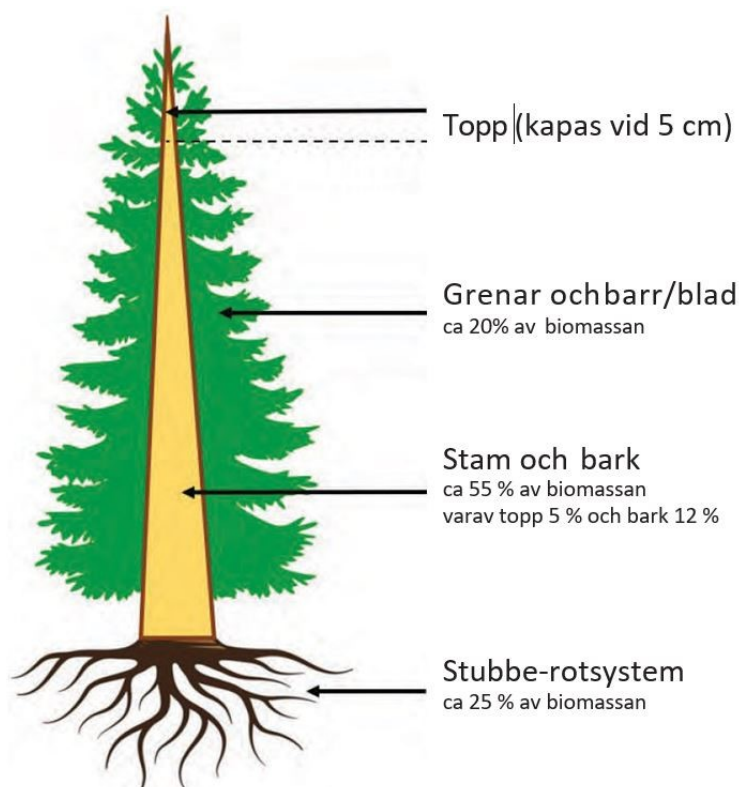
Volymen av stammens ved, utan bark och utan topp.

Kubikmeter biomassa ($m^3f biom$)

Volymen av hela trädet, med grenar, barr, stubbar och rötter.

Ton torrsubstans (tTS)

Vikten av biomassan då den torkats. Ungefär hälften av det levande trädets vikt är vatten och hälften av torrsubstansvikten utgörs av kol.



Figur 6. Några av de mått på skog, skoglig biomassa och virke som används i denna rapport.

I Figur 6 illustreras några vanliga skogliga måttenheter. Den vanligaste måttenheten för stående skog är *skogskubikmeter*, m^3sk , som avser volymen av trädens stam inklusive bark från tänkt stubbhöjd till topp. Avverkat rundvirke anges oftast som *fastkubikmeter under bark*, m^3fub , och avser då volymen virke innanför barken. Skogsbränslesortiment kan anges som *fastkubikmeter biomassa*, $m^3f biom$ vilket avser volymen av all biomassa. Ett för energi- och kolhaltsberäkningar lämpligare måttslag är *ton torrsubstans*, tTS som beskriver vikten av den torra biomassan. Eftersom kol även binds i trädets grenar, blad/barr, i stubbe och i rotsystem skall biomassan i dessa fraktioner medräknas då lagret av kol i växande skog beräknas. Biomassans fördelning på fraktioner som stamved, bark, grenar, stubbe och rötter varierar med trädslag, beståndsstruktur och, framförallt, med trädets storlek. Som ett genomsnitt i de svenska skogarna består ungefär 55 % av stamved och bark och nära 20 % utgörs av grenar, löv och barr. Resterande 25 % är biomassa i stubbe-rotsystem.

Dagens virkesförråd i Skåne

I Tabell 1 redovisas virkesförrådet av levande träd på produktiv skogsmark för Skåne och Sverige i det traditionella måttet skogskubikmeter. Dessutom redovisas virkesförrådet för olika fraktioner som ton torrsubstans. Skogarna innehåller dessutom död ved, landsdelsvis 5–9 % av virkesförrådet. Mängden död ved ökar för närvarande. Sannolika orsaker är att storskogsbrukets avverkning av döda träd i det närmaste har upphört och att grov död ved istället aktivt skapas, i form av högstubbar som en åtgärd för att skapa förbättrade betingelser för vedlevande organismer. Ökningen är långsam och en jämviktspunkt kommer att uppnås där andelen död ved är ganska konstant. Mängden död ved kan därmed ses som ett statiskt lager av kol. Därför redovisas även mängden död ved, totalt och per ha.

Tabell 1. Virkesförråd, i miljoner m^3sk och per hektar för levande träd och död ved, samt som miljoner tTS för olika fraktioner levande trädbiomassa i Skåne och i Sverige. Inkluderar skyddad skog.

	Skåne	Sverige
Miljoner m ³ sk	82,7	3 147
m ³ sk/ha	197	134
...dessutom, död ved M m ³ sk	3,9	223
...dessutom, död ved m ³ sk/ha	9	10
Miljoner tTS, trädbiomassa ...	63,6	2 420
...varav stamved och bark	35,0	1 331
...varav grenar, barr och löv	12,7	484
...varav stubbe-rotsystem	15,9	605

Omräknat till kol finns drygt 1 200 M ton kol bundet i levande träd i Sveriges produktionsskogar och ytterligare ca 90 M ton kol i form av död ved. I Skåne finns drygt 32 M ton kol bundet i levande trädbiomassa.

Tabell 2. Virkesförrådet omräknat till kol för olika fraktioner levande trädbiomassa samt i död ved i Skåne och i Sverige, miljoner ton totalt samt som ton per hektar. Inkluderar skyddad skog.

Miljoner ton kol totalt (ton kol per ha)	Skåne	Sverige
... i stamved och bark	17,8 (42)	679 (29)
... i trädbiomassa, totalt	31,1 (77)	1 183 (53)
...dessutom M ton kol i död ved	1,5 (3,6)	87 (3,7)

Skogsmarken som kolsänka

Då trädens förna, dvs döda växtdelar, bryts ner överförs en del av det kol som bundits in i träden till marken. I skogsmark är lagret av markkol stort (Tabell 3). Mark som tidigare varit beskogad, men som överförs till jordbruk, läcker kol till atmosfären, men om marken åter beskogas reverserar denna process och förrådet av kol ökar åter. Även efter avverkning kan en liknande process observeras. Inledningsvis ökar då markkolet som en följd av att stubbe-rotsystem samt andra avverkningsrester lämnats efter avverkning, men därefter kan, åtminstone på bördigare marker, förrådet av markkol sjunka något. Detta är särskilt märkbart på bördigare skogsmark, som i Skåne. Ungefär då beståndet når gallringsmognad (30 år) har markkolet åter nått den nivå det hade före avverkning. Orsaken till den tillfälliga minskningen kol i marken tycks främst vara ungskogens låga produktion av förna, jämfört med förhållandena i en sluten skog.

Tabell 3. Genomsnittligt lager av kol i skånsk och svensk skogsmark som ton C/ha, ner till 100 cm djup och exklusive torvmark.

	Skåne	Sverige
Totalt förråd markkol, M ton C	40,7	1 360
Förråd markkol, ton C/ha	96,9	75,0

Kolets dynamik – Skånes skogar i ett flödesperspektiv

I de båda föregående avsnitten redovisades hur skogen och skogsmarken representerar ett lager av kol, som under lång tid byggts upp genom dynamiska inbindnings- och nedbrytningsprocesser i skogsekosystemet. Summeras posterna för produktiv skogsmark så erhålls ett totalt förråd av kol bundet i levande skog, död ved och skogsmark enligt Tabell 4, där det också anges hur stor mängd koldioxid detta lager representerar.

Tabell 4. Totalt lager av kol bundet i levande skog, död ved och skogsmark som miljoner ton kol och omräknat till miljoner ton CO₂. Avser förråd ner till 100 cm djup på produktiv skogsmark inklusive skyddad mark men exklusive torvmark.

	Skåne	Sverige
Totalt förråd, M ton C	73,3	2 630
Motsvarande mängd CO ₂ , M ton	268,5	9 634

Men lagret av kol i skog och skogsmark är inte statiskt, utan påverkas av balansen mellan de processer som skapat lagret. Mänsklig aktivitet påverkar i hög grad denna balans. I de följande avsnitten kommer de dynamiska processer som har störst betydelse för flödena av kol till och från skogen att presenteras och kvantifieras.

Tillväxt och avverkning

Trädens inbindning av kol sker vid tillväxtperioden, under vår och försommar. Under resten av året minskar mängden biomassa genom avdöende, betning och nedbrytning. Väderförhållanden, insektsangrepp, stormar etc. kan göra att balansen mellan tillväxt och avgång av kol från träd och mark är negativ. Under sådana perioder minskar förrådet av kol i skogsekosystemet. Om balansen istället är positiv, dvs. mängden trädbiomassa har ökat, så har mängden lagrat kol blivit större.

Den första inventeringen av Sveriges skog färdigställdes 1929. Sedan dess har landets virkesförråd ökat med 83 procent. I Skåne är skogens virkesvolym idag hela 3,25 gånger högre än 1929. Det senaste seklet har alltså kännetecknats av en kraftig förrådsupbyggnad i hela landet. I Skåne har denna utveckling varit synnerligen stark.

Förrådsupbygganden i Skånes och Sveriges skogar pågår fortfarande. I Tabell 5 redovisas årlig tillväxt, årlig avverkning och övriga avgångar. Det framgår av tabellen att tillväxtbalansen är positiv vilket innebär att lagret av kol bundet i skogarna ökar. På riksnivå ökar virkesförrådet med 0,5 procent per år medan ökningstakten är 0,7 procent i Skåne.

Tabell 5. Genomsnittlig årlig aktuell bruttotillväxt, avverkning och övriga avgångar samt kvarvarande nettotillväxt i Skåne och i Sverige, miljoner m³sk.

	Skåne	Sverige
Bruttotillväxt, M m ³ sk	3,6	121
Avverkning, M m ³ sk	2,8	84,3
Övriga avgångar, M m ³ sk*	0,4	11,8
Nettotillväxt, M m ³ sk	0,4	25,0
Förrådsökning, % av virkesförråd	0,69	0,54

* För Skåne har posten övriga avgångar antagits ha samma andel som riksgenomsnittet.

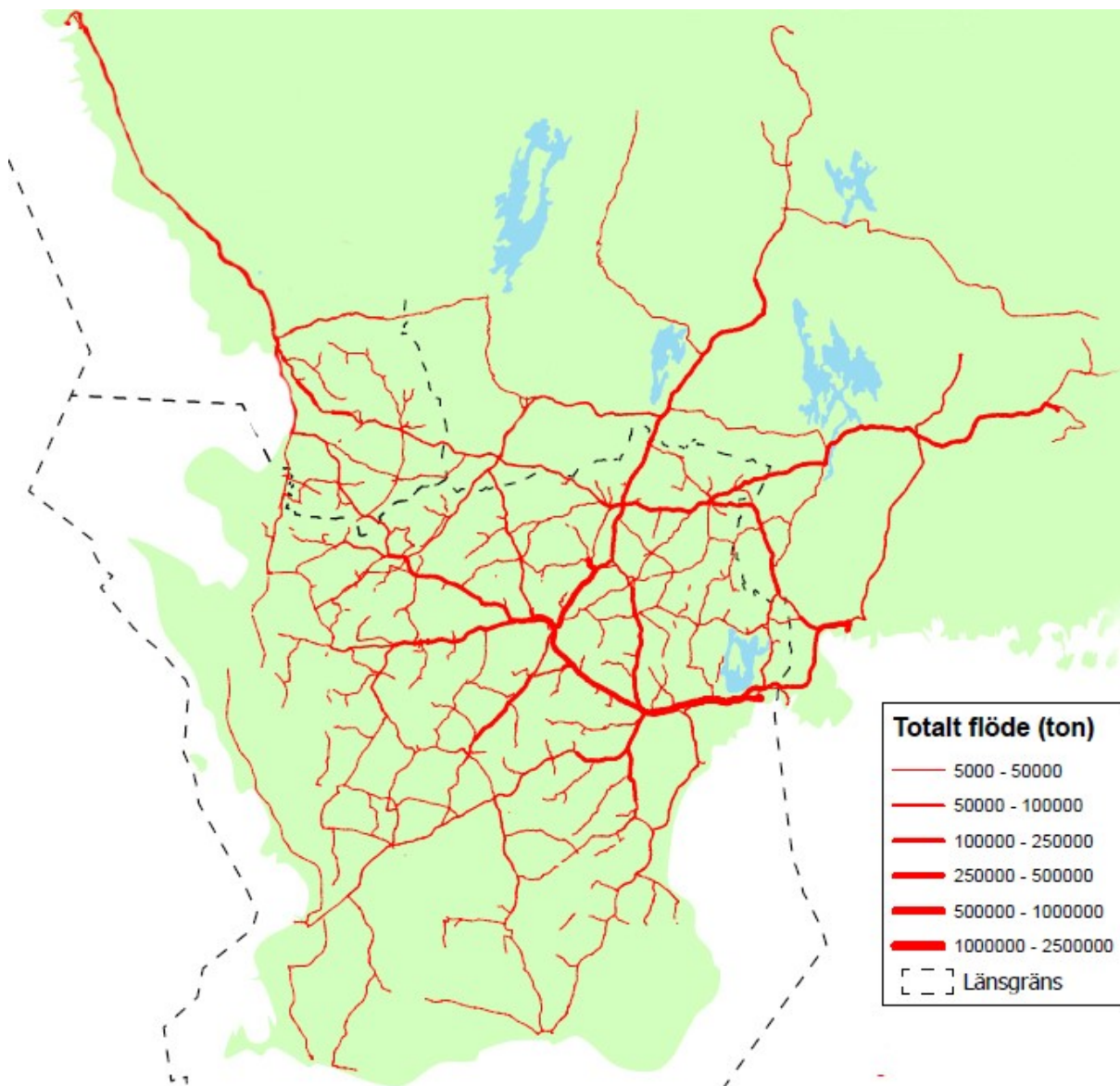
Skogsbrukets emissioner av koldioxid

Skogsbrukets arbetsoperationer ger upphov till emissioner, till exempel från växthus där plantor odlas, från tillverkning av gödsel och från skogsmaskiner av olika slag samt vid transporter. Utsläppens storlek beror dels på omfattningen av arbetena; antal hektar som åtgärdats; kubikmeter som avverkat etc. men också på regionala förutsättningar som trädstorlek och transportavstånd. Dataunderlaget för avsnittet har hämtats från publicerade studier av skogsarbeten och transporter från Skogforsk samt regional statistik över utförda skogsarbeten från Skogsstyrelsen i Jönköping.

I Tabell 6 redovisas skogsbrukets utsläpp av koldioxid i Skåne och i Sverige, justerade med hänsyn till sådana regionala förutsättningar. På grund av något kortare terrängtransportavstånd och

genomsnittligt större träd blir t ex utsläppen från skotning och från avverkning något lägre per m³fub i Skåne än genomsnittet i Sverige.

Vad gäller vidaretransporten är utsläppen per enhet transportarbete (tonkm) något högre i Skåne som en följd av de genomsnittligt kortare transportsträckorna, 83,8 km i Skåne jämfört med 88,8 km för hela landet. Men de kortare transportererna leder till en totalt något lägre bränsleförbrukning per kubikmeter virke. Bränsleförbrukningen per m³ virke är för Skåne 96 % av riksgenomsnittet. En del skogsråvara transporteras till industrier utanför länet. I sammanställningen har Skåne belastats med hela utsläppet för transport av det virke som utfallit vid avverkning inom länsgränsen. Siffrorna som redovisas är baserade på medeltal och kan betraktas som rimliga, men icke exakta, estimat.



Figur 7. Skogsbrukets "blodomlopp", som visar omfattningen av virkestransporter från avlägg i Skåne till regionens industrier år 2016.

Tabell 6. Skogsbrukets utsläpp av koldioxid år 2016 på grund av skogsarbeten och virkestransporter i Skåne och i Sverige, ton CO₂.

Skogsbrukets CO ₂ -utsläpp, per aktivitet	Skåne	Sverige
Skogsvårdsarbeten	1 442	60 456
Avverkning och terrängtransport	13 183	411 312
Vidaretransport	10 531	401 357
Väghållning	1 715	68 186
Summa	26 871	941 311

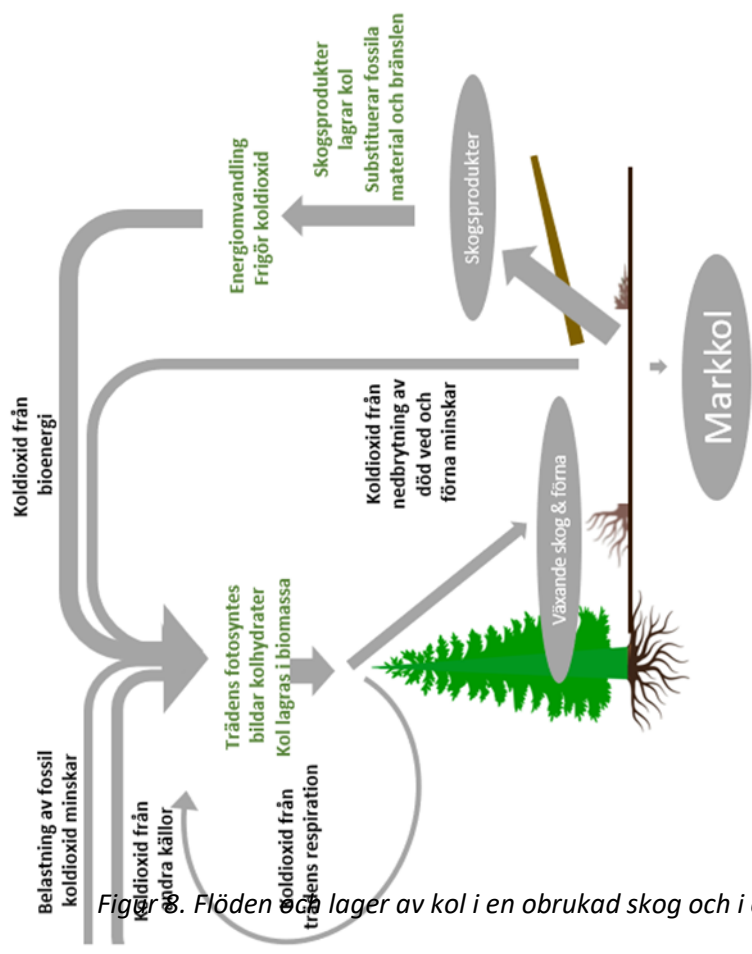
En koldioxidbalans för Skåne – skogsbrukets roll

I ovanstående avsnitt har lager av kol i skog och skogsmark samt de dynamiska effekterna av tillväxt, avverkning, övriga avgångar samt direkta utsläpp på grund av skogsbrukets arbetsoperationer och virkestransporter beskrivits. Baserat på dessa bruttouppgifter kan kolflödets balans beräknas. Men för att göra beräkningen fullständig måste även nettoeffekterna av användningen av virkesråvara beräknas. De effekter som uppstår då virkesråvara används för att substituera fossilbaserad produktion av varor och material kallas *substitutionseffekter*.

Substitutionseffekter av skogsbrukets produkter

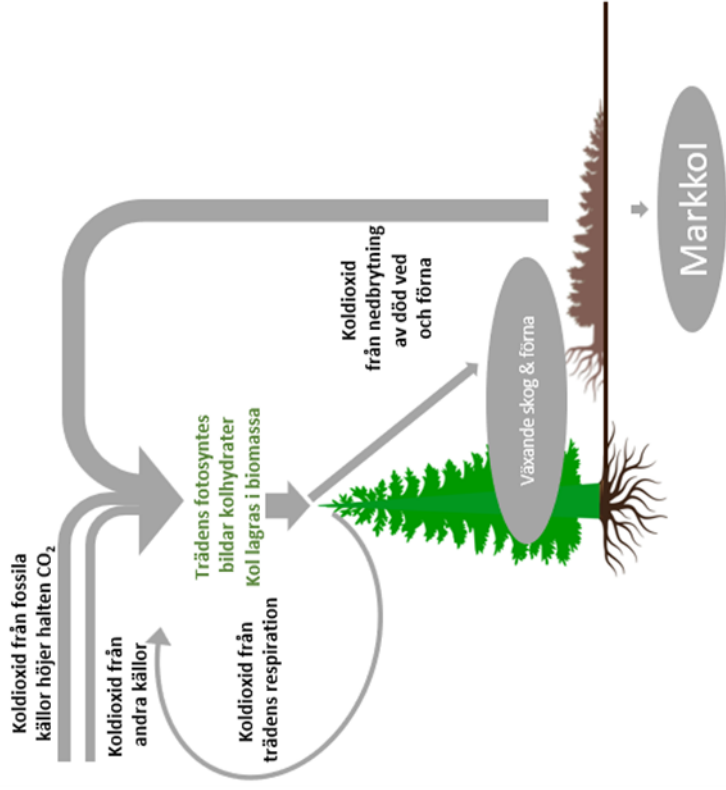
Substitutionseffekten består i att kolföreningar som utvunnits ur skogsekosystemet används istället för sådana kolföreningar som legat lagrade i fossila koldepåer. Ett enkelt exempel är användning av bränsleflis istället för stenkol vid energiproduktion (och i princip kan alla produkter baserade på skogsråvara förbrännas då de tjänat ut). Mer komplexa samband gäller för användning av trä i byggande, eller som förpackningsmaterial. Skogsprodukterna utgör därmed dels ett lager av kol, under sin livstid, dels bidrar de till att minska aktiveringen av fossila koldepåer och därmed ökningen av koldioxid i atmosfären. Substitutionseffekterna för svenska virkesprodukter har kartlagts i ett flertal studier. Man har funnit att substitutionseffekten i genomsnitt motsvarar 470 kg CO₂ per avverkad kubikmeter skogsråvara.

Då skogsprodukter förbränns eller bryts ner så frigörs koldioxid, på samma sätt som vid användning av fossila material. Därför är de positiva effekterna av skogsbruket beroende av att virkesförråd, årlig tillväxt och produktion av virkesprodukter upprätthålls. I Figur 8 visas en principiell bild av sammanhangen dels för en skog som inte brukas och dels för en aktivt brukad skog.



Flöden av kol i en brukad skog

Figur 8. Flöden och lager av kol i en obrukad skog och i en skog där aktivt skogsbruk pågår. Flöden (pilar) och

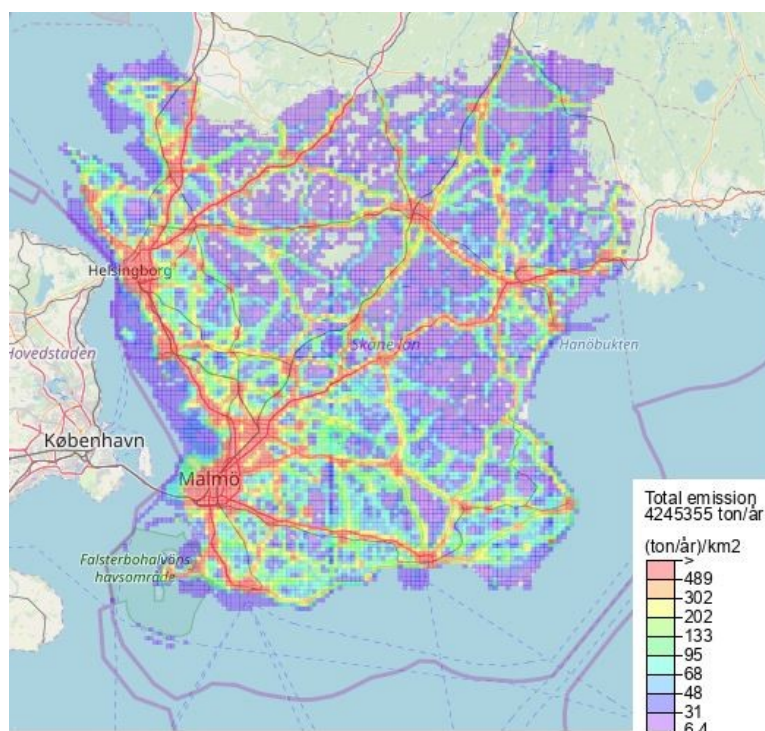


Flöden av kol i en obrukad skog

Koldioxidbalans för Skåne

En koldioxidbalans har beräknats för att visa förhållandet mellan inbindning av koldioxid och de utsläpp som sker. Eftersom denna rapport fokuserar skogens och skogsbrukets roll så särredovisas de plus- och minusposter som har sitt upphov i skogssektorn.

Utsläpp av fossil koldioxid sker främst genom verksamheter där produktion, transporter och maskinella arbeten drivs med fossil energi, men även i viss mån vid uppvärmning av lokaler. Statistik över utsläppens storlek redovisas av Naturvårdsverket. I denna rapport presenteras data avseende år 2016, dvs samma år som gäller för övriga data (Figur 9). I Tabell 7 redovisas Sveriges och Skånes totala utsläpp av CO₂, men med särredovisning av utsläppen från skogsbruk och virkestransporter.



Figur 9. Skånes utsläpp av koldioxid år 2016. Källa: <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Alla-utslapp-till-luft/>

Upptag av koldioxid sker genom trädens tillväxt. Ett betydande utsläpp av koldioxid från skog sker också, genom trädens celledning och nedbrytning av döda träd och förna. I Tabell 7 redovisas summan av dessa processer, dvs den nettotillväxt som skett under ett år. Denna siffra motsvarar då en ökning av förrådet kol som bundits i skogen.

Tabell 7. Genomsnittlig årlig inbindning och CO₂-utsläpp från skogsbruket och substitutionseffekter av skogsprodukter jämfört med årliga utsläpp (exklusive förändrad markanvändning och utrikes transporter) i Skåne och i Sverige, ton CO₂.

Ton CO ₂ /år	Skåne	Sverige
Nettotillväxt av virkesförråd	-645 000	-35 915 000
Årligt CO ₂ -utsläpp, skogsarbeten	15 000	472 000
Årligt CO ₂ -utsläpp, virkestransport	12 000	531 000
Skogsprodukter - substitutionseffekt	-1 251 000	-39 640 000
Summa skogsbruket	-1 869 000	-74 552 000
Årliga utsläpp (exkl skogsbruk)	4 218 000	51 890 000
Nettoutsläpp av CO₂	2 349 000	-22 662 000

Då virke skördas sker ett uttag ur skogens kolförråd. Även dessa virkesprodukter ger ett direkt bidrag till koldioxidbalansen, genom substitutionseffekten, ca 470 kg koldioxid per skördad kubikmeter. Då vi tar med detta i beräkningen finner vi att Skåne, trots en omfattande skogsproduktion står för ett nettoutsläpp på 2,35 miljoner ton CO₂ per år (inkluderar alltså de totala utsläppen, inte bara skogssektorns). För Sverige är nettoutsläppet minus 22 miljoner ton koldioxid per år.

I beräkningen får Skåne (och Sverige) tillgodoräkna sig hela substitutionseffekten av de produkter som baserats på virke från länet respektive landet. På motsvarande sätt belastas länet helt av utsläpp för produktion som skett innanför länsgränsen, men ej för sådana produkter som importerats till länet för konsumtion. I verkligheten konsumeras givetvis en stor del av produkterna på annan ort och importerade produkter som konsumeras ger upphov till koldioxidutsläpp på tillverkningsorten. Sverige exporterar upp emot 80 procent av skogsindustrins produkter

Kan klimatnyttan av skogen ökas?

Den enklaste vägen att öka skogens klimatnytta är att vidta de åtgärder som kan öka tillväxten. Goda föryngringar med väl anpassat plantmaterial, korta kalmarksperioder, gödsling etc. Lågt utnyttjad mark med glesa oväxtliga bestånd bör avverkas och föryngras, före välslutna högproduktiva skogar. Sådana åtgärder ger ökad inbindning av koldioxid och därmed en högre klimatnytta.

Men även om högre koldioxidinbindning är ett viktigt mål, så är det inte det enda målet. All skog ska inte brukas intensivt, med hög volymtillväxt som enda mål. Skogsbruk måste utföras med hänsyn till biologisk mångfald, andra miljövärden, rekreation och andra näringar som är beroende av skogen.

Substitutionseffekterna skulle kunna ökas ytterligare om mindre virke (småträd, stubbar, grenar, toppar) lämnades kvar i skogen efter skörd. Alla marker är dock inte lämpade för en sådan, mera fullständig skörd. På svagare marker kan det, på motsvarande sätt som inom jordbruket, uppstå behov av kompensation för ökad bortförsel av mineralnäring genom gödsling. Stubbar och annat kvarlämnat virke kan även ha ett värde som substrat för olika vedlevande organismer knutna till död ved och kan dessutom ge skydd åt arter i fåltskiktet. Det är bl.a. av dessa skäl viktigt att inte okritiskt intensifiera virkesuttaget. Utvecklingen bör följas för att etablera en uthållig nivå, och för att avgöra vilka kompensationsåtgärder som kan behövas.

Nya risker i nytt klimat

Abiotiska skador

Kraftiga stormar har återkommande orsakat stora skador för svenskt skogsbruk. Särskilt sydvästra Sverige har flera gånger drabbats av omfattande stormskador pga. av det havsnära läget med förhärskande västliga vindar. Kraftiga stormar kan förväntas återkomma i framtiden men det finns ingen tydligt ökad risk i de aktuella klimatscenarierna. Däremot kan de förväntade mildare och nederbördsrikare vintrarna innebära högre markfuktighet och mindre tjäle, med ökad risk för vindfällade träd som följd.

Skador av vårfrost, framförallt på unga granplantor men även andra trädslag, kan förväntas öka i ett varmare klimat. Orsaken är att högre temperaturer under våren ger en tidigare knoppsprickning hos träden så att de frostkänsliga nya skotten börjar växa när nätterna fortfarande är relativt långa. Längre nätter innebär ökad risk för utstrålningsfrost vid klart och vindstilla väder även om dagstemperaturerna är relativt höga. Även perioder av mycket milt väder mitt i vintern kan få träden

att bryta sin vintervila och om detta följs av omslag till vinterväder med minusgrader, kan det påverka trädens vitalitet negativt.

Aktuella klimatscenarier innefattar ökad frekvens av torra perioder med låg nederbörd och höga temperaturer. Detta kan stressa träd, särskilt på grovkorniga jordarter, grunda jordar och högt i terrängen. Trädslagen är olika motståndskraftiga mot torkstress och en tydlig riskfaktor i Skåne är gran planterad på olämplig mark. Mer frekventa torrperioder ökar också risken för skogsbränder.

Träd som utsätts för någon av de abiotiska stressfaktorerna som beskrivs ovan behöver perioder av mer normalt väder för att återhämta sig. Återkommande och multipla abiotiska stressfaktorer kan bidra till att träd dör eller åtminstone får nedsatt vitalitet så att de blir mer mottagliga för skadegörare.

Biotiska skador

Inom forskningsprogrammet Future Forests har man bedrivit omfattande forskning kring skadegörare i ett framtida klimat. Resultaten sammanfattas i Björkman & Stenlid (2013) samt Boberg m.fl. (2014). Följande är i huvudsak hämtat ur dessa publikationer. Några av de ekonomiskt mest betydelsefulla skadegörarna i svensk skog är rotröta, granbarkborre och snytbagge. Trots det kan man hävda att svenska skogar, i ett internationellt perspektiv, varit ganska förskonade från angrepp av svampar och insekter. I ett varmare klimat finns mycket som talar för att skadorna kommer att öka. Befintliga skadegörare kan gynnas, som t.ex. barkborren som med varmare somrar kan producera fler generationer skalbaggar under samma år. Men det finns också ett antal potentiella skadegörare i sydliga grannländer och som kan komma hit vid ett varmare klimat. Riskerna förstärks av att skadegörare effektivt sprids med internationell handel med växter och växtmaterial inklusive virke i t.ex. emballage och lastpallar. Ett exempel på en ny invasiv skadegörare är askskottsjukan, som för 25 år sedan var okänd för vetenskapen men som idag angripit askar så kraftigt att asken idag är med på rödlistan. Att förutsäga utvecklingen av en enskild skadeinsekt i ett förändrat klimat är svårt eftersom sambanden mellan insekten, värdväxten och insektens naturliga fiender är komplext och alla komponenterna påverkas på olika sätt av ett förändrat klimat. Om klimatförändringarna leder till att träd i större utsträckning utsätts för abiotiska skador och stress så kan detta ytterligare förstärka ökningen av biotiska skadegörare.

Anpassning av skogsskötsel

En mer osäker framtid med ökade risker för både abiotiska och biotiska skador kan mötas genom att anpassa skogens skötsel på olika sätt. Den största möjligheten att anpassa framtidens skogar har vi i förnygringsfasen, där valet av trädslag och genetiskt material görs. Vid valet av trädslag finns fler aspekter, dels en bedömning av hur de olika alternativa trädslagen är anpassade till ståndorten. Undvik t.ex. att föryngra torra marker med trädslag som är känsliga för torkstress, t.ex. gran på tallmark. Om det i framtiden blir uppenbart att ett trädslag drabbas mycket av nedsatt vitalitet och skador så är det en god anledning att byta till ett annat trädslag. Skogsägaren bör också ha en beredskap för att vissa bestånd kan behöva avverkas tidigare än planerat om skadesituationen så kräver. Om man blir tvungen att korta ner omloppstiden för att minska skaderisken så uppnår man troligen inte den nivå på virkesproduktion som skulle vara möjlig utan skador, dessutom minskar man det långsiktiga kolförrådet i skogslandskapet. Det är därför mycket viktigt att välja trädslag och genetiskt material som kan förväntas klara sig från framtida skador.

En strategi inför en osäker framtid är också att sprida riskerna genom att ha fler trädslag, detta kan tillämpas på en enskild fastighet eller som princip för hela länet. Ytterligare en aspekt på valet av trädslag är att arter med snabb ungdomstillväxt och tidig kulmination av medeltillväxten ger kortare omloppstider och därmed en möjlighet att snabbare byta trädslag, kanske inom 20-40 år. Exempel på sådana trädslag är björk, lärk, poppel och hybridasp. Trädslag med långsammare ungdomstillväxt kräver längre omloppstider för att nå ett gott ekonomiskt utbyte, vilket ger längre intervaller mellan möjligheten att byta trädslag. Sådana trädslag erbjuder därmed något mindre flexibilitet. Exempel är tall, gran, bok och ek.

Förutom de inhemska trädslagen så erbjuder introducerade trädslag en möjlighet att sprida risker och ersätta skadedrabbade inhemska trädslag i framtiden. Skåne har ett klimat som medger odling av ett stort antal olika arter. De mest aktuella beskrivs i avsnittet "potential för nya trädslag i Skåne" och samtliga odlas i viss utsträckning redan i Skåne. Vid introduktion av nya trädslag, särskilt i större skala, måste man hantera det faktum att introducerade arter innebär ekologiska risker (Felton et al 2013).

Val av genetiskt material är minst lika viktigt som valet av trädslag. Förädlingsprogram med löpande testning av plantor på olika lokaler i olika klimat och med urval med inriktning på robusta genotyper finns för gran, tall och björk. Det gör att man har större möjligheter med dessa tre trädslag att göra ett kunskapsbaserat val av genetiskt material för ett framtida klimat (verktyget Plantval, se nedan) än andra trädslag. Mer om genetiskt material i följande avsnitt.

Idag gallrar vi normalt våra skogar en till tre gånger under omloppstiden. Gallringarna i sig förskjuter den ekonomiskt optimala tidpunkten för slutavverkning framåt i tiden. Fördelen med gallringar är bl.a. att de ger ett tidigt uttag av virke och man kan styra den framtida tillväxten till de träd man lämnar kvar. Genom att välja lämpliga trädslag och oskadade träd att lämna efter gallring kan man höja värdet på det framtida beståndet. En nackdel med gallringar är att beståndet de närmaste följande åren är mer känsligt för storm och snöbrott än ett ogallrat. Risken för stormskador ökar med ökande trädhöjd, särskilt gallring i äldre skog innebär hög risk. Gallring kan också öka risken för rotröta, särskilt om man gallrar vid fel tid på året och utan stubbehandling. För att minska risken för stormskador är en skötselmodell utan gallring och med en kortare omloppstid en möjlighet.

Att sprida risker genom att ha fler trädslag kan göras på flera sätt. Man kan sköta trädslagsrena bestånd av olika trädslag eller blanda flera trädslag inom bestånd. Mellanformer där trädgrupper av annat trädslag blandas in i olika omfattning i annars homogena bestånd kan varieras mycket. Blandbestånd har fler fördelar om man ser till skogens leverans av olika ekosystemtjänster (Felton m.fl. 2016), men nackdelen är en ofta mer komplicerad skötsel. Blandbestånd kan också förväntas ha högre motståndskraft mot bl.a. skadegörande insekter (Klapwijk m.fl. 2016) och stormar (Valinger och Fridman (2011).

Hyggesfria skötselssystem kan minska risken för vissa skador, men öka risken för andra (Sonesson m.fl. 2017). Begreppet hyggesfri skötsel innefattar en stor variation av skötselssystem och metoder och vissa varianter av hyggesfri skötsel kan minska risken för insektsskador (Klapwijk m.fl. 2016) på samma sätt som blandskog genom att gynna skadeinsekternas naturliga fiender. Kunskapsläget om hyggesfria metoder och skador är dock begränsat för svenska förhållanden. Det är dock klart att omställning av äldre enskiktad skog till fler- eller fullskiktade skogar innebär ökad risk för stormfällning genom friställning av höga träd som vuxit upp i relativt täta bestånd. Träd som vuxit upp i skiktade skogar och träd som förberetts med succesiv friställning kan klara stormar bättre, även vid hög trädhöjd.

Val av genetiskt material vid förryngring

Vid förryngring/återbeskogning tas ett flertal olika beslut som påverkar beståndets framtida utveckling. Om man har som mål att få ett klimatanpassat bestånd med hög produktivitet är val av trädslag, skötselmetod och genetiskt material mycket viktiga. I kommande stycken redovisas trädslagsval och skötselmetoder medan det här stycket fokuserar på valet av genetiskt material.

För trädslag med operativa förädlingsprogram (tall, gran, contortatall, björk och lärk) väljs träd ut som kombinerar hög tillväxt, kvalitet och vitalitet med ett anpassat tillväxtmönster. Ett genetiskt testat och utvalt material från en fröplantage ger därmed en ökad värdeproduktion och ett förutsägbart beteende. I nordiska förhållanden antas dessutom klimatförändringarna att påverka produktionspotentialen positivt med tillväxtökningar på 25-30% (Bergh m.fl. 2010).

Men när klimatet förändras påverkas samtidigt grundläggande förutsättningar för plantor och träd, t.ex. tidpunkten för tillväxtstart, risken för skador av insekter, svampar och frost, m.m. Forskning har visat på möjligheterna att kombinera kunskap om trädartens inneboende genetiska variation och anpassningsmönster med klimatdata för att förutsäga vilka plantmaterial som kommer att fungera bäst i ett framtida klimat. Man bör alltså vara proaktiv i urvalet av genetiskt plantmaterial för att undvika missanpassning och säkerställa hög kvalitet och biomassaproduktion i våra framtida skogar.

Skogforsk har därför utvecklat ett verktyg för klimatanpassade rekommendationer av genetiskt plantmaterial, Plantval (<https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/plantval/>) som visar lämpliga tillgängliga frökällor för en valfri planteringslokal och rangordnar dem efter en beräknad arealproduktion över en omloppstid. Verktöget finns för flera trädslag men för Skåne är det gran, tall och björk som är av mest aktuella. För södra Sverige gäller generellt att en fröplantage kan användas över ganska stora områden men för gran gäller speciellt att skilja på planteringslokaler med avsevärd risk för sen vårfrost och mildare förhållanden. För de lokaler med hög frostrisk, finns genetiskt material utvalt som är speciellt anpassat för sen skottskjutning på våren. För mildare lokaler finns istället fröplantager med tidigare skottskjutning och ett längre utnyttjande av tillväxtsäsongen. I Skåne torde det företrädesvis vara förhållandevis milda lokaler. Endast i undantagsvis är det nödvändigt att nyttja senskjutande granplantor.

Potential för nya trädslag i Skåne

Möjligheter och förutsättningar

Om klimat och ståndortsförutsättningar beaktas har Skåne mycket stora förutsättningar för att använda främmande trädslag i skogsbruket. Större delen av Skåne har bara ett inhemskt barrträdslag (tall) eftersom granens sydliga utbredningsgräns brukar dras i Nordöstra Skåne (Nytebodaskogen). Behovet av ökad biomassa kan mötas med nya trädslag. Det finns lämpliga, barr och lövträdslag som kan användas för ökad produktion, och för ökad riskspridning i den osäkra framtid som olika klimatscenarier visar. Dessa nya förutsättningar innebär såväl klimatiska utmaningar för våra inhemska trädslag t. ex gran men också risk för nya skadegörare. Dessutom bidrar den ökade tillväxten till klimatnytta genom CO₂-upptag. Lärk, Kustgran, Poppel och Hybridasp har stora förutsättningar att snabbt öka kolinlagringen genom sin höga tillväxt. De minskar också risken genom sin korta omloppstid jämfört med andra trädslag. 16-25 år för poppel och hybridasp och 30-45 år för lärk och kustgran, till slutavverkning, men vid storm eller skador ger de netto även vid för tidig avverkning. Substitutionseffekter av det skördade virket är en viktig komponent i skogsbrukets klimatnytta och hur virket av nya trädslag kommer att användas är osäkert. Det är inte självklart att substitutionseffekterna blir desamma som med de trädslag som de nya kan förväntas ersätta. Att

introducera nya trädslag i stor skala kan också vara förknippat med störningar i befintliga ekosystem. Dessa kan variera beroende på trädslag och måste alltid vägas mot fördelarna

Begränsningar genom lagar och certifiering

Enligt 9 § skogsvårdsförordningen får främmande trädslag endast "i undantagsfall" användas som Skogsodlingsmaterial. Skogsmarkens ägare ska i förväg till Skogsstyrelsen anmäla användning av främmande trädarter på en areal om minst 0,5 hektar.

Både certifiering enligt FSC och PEFC reglerar användning av främmande trädslag i olika omfattning. FSC är mer restriktivt än vad PEFC är.

Hybridlärk (*Larix × marschlinsii*)

Hybridlärken är en korsning mellan europeisk lärk och japansk lärk. Den har en snabb ungdomstillväxt och medelproduktion skattas enligt nya undersökningar till ca 30 % högre än granens. Den kan drabbas av viltskador, men hittills bara i liten utsträckning av insekts och svampskador. Virket är inte prioriterat i nuvarande industriprocesser, men vid rätt kvalité kan virket ge hyggliga priser. Den klarar torrare marker än gran och kan även på tallboniteter ge en avsevärd merproduktion.

Sitkagran (*Picea sitchensis*)

Sitkagran växer naturligt på nordamerikanska västkusten. Den har en god tillväxt som överstiger vår vanliga gran (ca 20%). I sitt utbredningsområde växer den i ett maritimt klimat som liknar det som beskrivs i klimatscenarier för södra Sverige. Den är relativt känslig mot torka och rekommenderas därför inte på torrare ståndorter eller östliga delar av Sydsverige. Den är lämplig på västkusten där årsnederbörden är 800-1000mm. Virket från sitkagran liknar det från vår gran och används för samma produkter i industriprocesser. Det har ett annat torkningsmönster och får i dagsläget inte blandas med grantimmer.

Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*)

Douglasgran växer naturligt i västra Nordamerika. Med rätt odlingsmaterial kan den nå lika höga eller bättre tillväxt än gran. Det behövs mer kunskap om lämpligt plantmaterial för svensk odling. Den är känslig för frostsador i plantstadiet och för viltbetning. Det är en s.k. subklimaxart som klarar en viss beskuggning, och skulle fungera i ett kontinuitetsskogsbruk. Virkesegenskaperna är tillräckligt lika våra inhemska barrträd för att passa in i dagens industriprocesser. Virkesvärde och stormstabilitet ökar med åldern. Douglasgran kan betraktas som barrträdens ek.

Kustgran (*Abies grandis*)

Kustgranen som är en nordamerikansk ädelgran kan under gynnsamma förhållanden nå en mycket hög produktion (över 30 m³/ha år). Virket har låg densitet och marknaden i Sverige är begränsad eftersom det saknas tradition för ädelgranvirke. Internationellt kan virket säljas för plywoodproduktion till goda priser.

Hybridasp (*Populus tremula* x *P. tremuloides*)

Hybrid Aspen är en korsning mellan amerikansk och europeisk asp. Den räknas som en införd art. Den kan producera 20-30 m³sk per hektar och år på god mark. Företrädesvis rekommenderas Hybridasp på nedlagd jordbruksmark, men kan användas också på bördig skogsmark, t.ex. efter en grangeneration på tidigare jordbruksmark. Hybridaspens ved är väl lämpad som massaråvara eller

för bioenergi. Den kan också användas för tändsticksproduktion och svarvfaner till plywood. Aspmassaved är en viktig del i textilmassa. Föryngringen med rotskott är enkel men viltbetetrycket högt.

Poppel (*Populus sp.*)

Poppel är ett samlingsnamn på flera arter eller hybrider mellan arter. Poppel är lämpad på näringsrika jordar, vilket i praktiken betyder jordbruksmark. Den är känslig för sur mark (lågt pH) i föryngringsskedet. Produktionen där kan uppgå till över 30 m³sk/ha år. Den föryngras lätt med sticklingar och på många skånska gods ersätts idag gran med poppel efter en kraftig markberedning. Virkets användning är desamma som för hybridasp. I Italien och Frankrike samodlas poppel med jordbruksgrödor så kallat Agroforestry. Ett nytt skötselsystem som borde ha potential ur kolsynvinkel även i Skåne

Källor och litteratur

Från internet

- Granens naturliga och faktiska utbredning i södra Sverige: IUCN, 2006 Red List of Threatened Species. Conifer Specialist Group 1998. *Picea abies*, på <https://www.iucnredlist.org/>
- Regional statistik över koldioxidutsläpp för år 2016 på <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Alla-utslapp-till-luft/>
- Data kring rikets och regionernas virkestransporter
<https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2019/skogsbrukets-vagtransporter-2016/>
- Fossilfritt Sverige, 2018. Färdplan för fossilfri konkurrens- kraft – skogsnäringen. http://fossilfritt-sverige.se/wp-content/uploads/2018/04/ffs_skogsnaringen.pdf
- IPCC, 2007. WGI Fourth Assessment Report (AR4), besökt 2018-04-12 på <https://wg1.ipcc.ch/publications/wg1-ar4/wg1-ar4.html>
- Skogsindustrierna, 2015. Skogsindustriernas visionsskrift 2015, <http://www.skogsindustrierna.se/siteassets/dokument/vision/visionsskrift.pdf>
- Slu-markinfo <http://www.markinfo.slu.se/sve/kem/cnph/cn.html> 2018-03-20.

Publikationer

- Aldentun, Y., 1999. Livscykelinventering av fyra plantskolor. Skogforsk, Resultat 9-1999.
- Anon., 2016. SKOGSDATA 2016, Tema: Skogen då, nu och i framtiden. Sveriges officiella statistik, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå 2016.
- Anon., 2017. SKOGSDATA 2017, Tema: Skogsmarkens kolförråd, Sveriges officiella statistik, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå 2017.
- Berg, S., 2014. Skogsbrukets energiförbrukning och miljöpåverkan, i Thor, M. & Thorsen, Å. (Red.), Effektivt skogsbruk – ett långsiktigt miljöarbete, Skogforsk.
- Bergh J, Nilsson U, Kjartansson B, Karlsson M (2010) Impact of climate change on the productivity of Silver birch, Norway spruce and Scots pine stands in Sweden with economic implications for timber production Ecological Bulletins 53:185-195
- Björheden, R. & Segeborg-Fick, A., 2014. Energi från skogsråvara. I Rådström, L. & Thor, M. (Red.) Skogsnäringens värdekedjor, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift, 1/2014.
- Björheden, R., 2019. Det svenska skogsbrukets klimatpåverkan – upptag och utsläpp av växthusgasen koldioxid. Skogforsk, ISBN 978-91-88277-08-04, 24 s.
- Björkman, C. & Stenlid, J. 2013. Svampar och insekter. Future Forests rapportserie 2013:5. SLU Umeå.
- Boberg, J., Klapwijk, M., Stenlid, J. & Björkman, C. 2014. Skadegörarna utmanar skogen. Future Forests syntes. SLU, Umeå.
- Brunberg, T., 2006. Bränsleförbrukning hos skördare och skotare vecka 13, 2006. Skogforsk, Arbetsrapport 623/2006.

- Brunberg, T., (manus). Bränsleförbrukning och förslag till minskning. Skogforsk, opublicerad.
- Felton, A., Boberg, J., Björkman, C. & Widenfalk, O. 2013. Identifying and managing the ecological risks of using introduced tree species in Sweden's production forestry. *For. Ecol. Man.* 307. 165-177.
- Felton, A., Nilsson, U., Sonesson, J., Felton A.M., Roberge, J.-M., Ranius, T., Ahlström, M., Bergh, J., Björkman, C., Boberg, J., Drössler, L., Fahlvik, N., Gong, P., Holmström, E., Keskitalo, E.C.H., Klapwijk, M.J., Laudon, H., Lundmark, T., Niklasson, M., Nordin, A., Pettersson, M., Stenlid, J., Sténs, A., Wallertz, K. 2016. Replacing monocultures with mixed-species stands: A comprehensive assessment of the social-ecological implications. *Ambio* 45(Suppl 2.): S 124-139. DOI 10.1007/s13280-015-0749-2
- Klapwijk, M., Bylund, H., Schroeder, M. & Björkman, C. 2016. Forest management and natural biocontrol of insect pests. *Forestry* 89. 253-262.
- Lamblom, S. H. & Savidge, R. A., 2003. A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* 25 (2003) 381 – 388.
- Leskinen, P., Cardellini, G., González-García, S., Hurmekoski, E., Sathre, R., Seppälä, J., Smyth, C., Stern T. & Verkerk, P. J., 2018. Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. *From Science to Policy 7*. European Forest Institute, 28p. ISBN 978-952-5980-69-1.
- Lindroth, A., Grelle, A. & Morén, A.-S., 1998. Long-term measurements of boreal forest carbon balance reveal large temperature sensitivity. *Global Change Biology* (1998) 4, 443–450.
- Lundmark, T., Bergh, J., Hofer, P., Lundström, A., Nordin, A., Poudel, B. C., Sathre, R., Taverna, R. & Werner, F., 2014. Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation, *Forests* 2014, 5, 557-578; <https://doi:10.3390/f5040557>
- Lundmark, T., Poudel, B. C., Stål, G., Nordin, A. & Sonesson, J., Carbon balance in production forestry in relation to rotation length. *Canadian Journal of Forest Research*, 2018, 48(6): 672-678, <https://doi.org/10.1139/cjfr-2017-0410>
- Löfroth, C. & Rådström, L., 2006. Bränsleförbrukning och miljöpåverkan vid drivning och vidaretransport. Skogforsk, Arbetsrapport 624/2006.
- Magnani, F., Mencuccini, M., Borghetti, M., Berbigier, P., Berninger, F., Delzon, S., Grelle, A., Hari, P., Jarvis, P. G., Kolari, P., Kowalski, A. S., Lankreijer, H., Law, B. E., Lindroth, A., Loustau, D., Manca, G., Moncrieff, J. B., Rayment, M., Tedeschi, V., Valentini, R. & Grace, J., 2007. The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature* 447, 849–851, 14 June 2007. doi:10.1038, nature05847
- Nabuurs, G.J. & Schelhaas, M.J., 2002. Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. *Ecological Indicators* 1 (2002) 213–223.
- Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (Eds.), 2007. IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S. & Hayes, D., 2011. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's

Forests, Science Vol 333, 19 August 2011, från <http://science.sciencemag.org/> den 30 Mars, 2018

Post, W. M. & Kwon K. C., 2008. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential, <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2000.00308.x>

Reichstein, M., Papale, D. Valentini, R., Aubinet, M., Bernhofer, C., Knohl, A., Laurila, T., Lindroth, A., Moors, E., Pilegaard, K. & Seufert, G., 2007. Determinants of terrestrial ecosystem carbon balance inferred from European eddy covariance flux sites. Wiley Online Library, Geophysical Research Letters, 34, L01402, <https://doi.org/10.1029/2006GL027880>

Russell, M. B., Fraver, S., Aakala, T, Gove, J. H., Woodall, C. W., D'Amato, A. W. & Ducey, M. J., 2015. Quantifying carbon stores and decomposition in dead wood: A review.

Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wallgren, M., Weslien, J. & Wilhelmsson, L., 2017. Hyggesfritt skogsbruk på landskapsnivå. Skogforsk, Arbetsrapport 926/2017.

Stendahl, J., Johansson, M.-B., Eriksson, E., Nilsson, Å. & Langvall, O., 2010. Soil organic carbon in Swedish spruce and pine forests – differences in stock levels and regional patterns. Silva Fennica 44(1): 5–21.

Valinger, E. & Fridman, J. 2011. Factors affecting the probability of windthrow a stand level as a result of Gudrun winter storm in southern Sweden. For. Ecol. Man. 262:3. 398-403.