Introduktion till pcSKOGs Kolbalans

I rapporten **Kolbalans** sammanställs kolförrådet på fastigheten fördelat på olika kolförråd. Detta sker vid planens startpunkt samt efter 10 år med hänsyn taget till planens åtgärder. För att beräkna kolbalansen för en fastighet görs ett flertal beräkningar. Nedan presenteras beräkningarna steg för steg.

Kolförrådet på skogsmark kan översiktligt delas in i ***levande biomassa*** och ***död biomassa***. Beräkningar av levande biomassa beskrivs i steg 1-5, bereräkningar av död biomassa beskrivs i steg 5-10. Levande biomassa skrivs fram med hjälp av pcSKOGs tillväxtfunktioner och död biomassa skrivs fram med Q-modellen (se steg 10). All död biomassa redovisas som "Förna och markbundet kol" i rapporten.

Steg 1. Biomassafunktioner

För att beräkna kolförrådet kompletteras uppgiften om virkesförråd i planen med uppgifter om biomassa i grenar, barr/löv, stubbar och rötter. Till detta används biomassafunktioner. De funktioner som pcSKOG använt redovisas nedan.

Tabell 1. Biomassafunktioner för att räkna ut kolförrådet i träddelar och rötter.

	Gran	Tall	Björk
Stam	*[1]G1*	*[1]T10*	*[2]Funktion 7 + 8*
Barr/Löv	*[1]G3*	*[1]T12*	*[2]Funktion 12*
Levande grenar	*[1]G4 - G3*	*[1]T13 -T12*	*[2]Funktion 9*
Döda grenar	*[1]G5*	*[1]T14*	*[2]Funktion 10*
Stubbe och rötter > 5 mm	*[3]Gran AII*	*[3]Tall AII*	*[3]Björk AI*
Stubbe och rötter > 2 mm	*[3]Gran BII*	*[3]Tall BII*	*[3]Björk BI*

[1]Petersons biomassafunktioner (1999), [2]Repola, 2008, Peterson , [3]Peterson, H, Ståhl, G (2006)

Om planen innehåller träd som är mycket grova alternativt mycket klena träd blir rotbiomassan orimligt hög. Rötter utgör mellan en fjärdedel och en tredjedel av den totala biomassan i ett träd. Där funktionerna ger orimliga värden har pcSKOG därför en begränsning på att rotbiomassan maximalt får utgöra 30% av den totala levande biomassan.

Steg 2. Biomassa för övriga trädslag

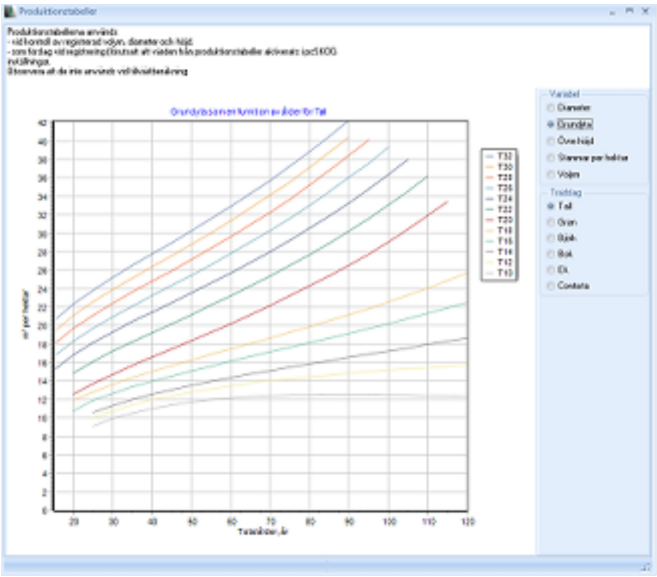
Kompletta biomassafunktioner finns enbart för tall, gran och björk. Övriga trädslag beräknas därför som något av dessa trädslag, baserat på vilket trädslag av tall, gran och björk de liknar mest. Nedan finns en översiktlig sammanställning för hur pcSKOG beräknar övriga trädslag.

Tabell 2. Biomassafunktioner för övriga trädslag.

Tall	Gran	Björk
Contortatall, Lärk, Tall	*Ädelgran, Gran*	*Samtliga lövträd*

Steg 3. Data saknas i planen

Biomassafunktionerna kräver i vissa fall detaljerade uppgifter om stamantal, grundyta, medelhöjd och medeldiameter. Om något av dessa värden saknas använder pcSKOG så kallade allmänna samband mellan exempelvis ålder, volym, grundyta, medeldiamter och höjd för att komplettera uppgifterna. Dessa allmänna samband går att titta på i pcSKOGs **Produktionstabeller.**



Figur 1. Produktonssambanden går att se i pcSKOGs Produktionstabeller

Då biomassafunktionerna utgår från enskilda träd används även allmänna samband för att omvandla beståndsdata till enskilda träd, för att på så sätt beräkna biomassa i grenar, barr/löv, stubbar och rötter. För helt korrekta beräkningar av kolbalans bör planen innehålla uppgifter om grundytevägd medeldiamter, grundyta, medelhöjd och stamantal. Ju fler variabler som finns insamlat i planen, desto säkrare blir den beräknade kolbalansen

Steg 4. Densitet och omvandlingstal från vikt till kol

Trädslagens densitet används för att räkna om planens volym till vikt. Densitetsuppgifter är hämtade från Wikipedia. Trädslagsfördelningen på fastigheten har därför stor betydelse för kolförrådet, genom att exempelvis ek innehåller dubbelt så mycket kol per kubikmeter som asp.

Vikten för trädslagen som fås fram med densiteten omräknas därefter till kol med följande omvandlingstal:

Tabell 3. Omräkningstal från vikt till kol.

Barr/löv-biomassa till kol	Torr vedsubstans till kol	Kol till CO^2-ekvivalent
vikt x 0,5 [1]	*vikt x 0,5* [1]	*kol x (44/12)* [2]

[1]Från Skogsskötselserien nr 21. - Skogens kolbalans och klimatet, [2]Koldioxid utgörs till fyrtiofyra tofltedelar av kol, resten är syre

Steg 5. Beräkning av åtgärder

Åtgärder på fastigheten resulterar i en omfördelning av kol från levande träd till död biomassa i marken, samt ett uttag av biomassa som försvinner från beståndet. Nedan redovisas hur pcSKOG beräknar omfördelningen av kol vid olika typer av åtgärder.

Tabell 4. Antaganden om åtgärdernas påverkan på kolförrådet.

Åtgärdsgrupp	Kvar i beståndet	Försvinner från beståndet
Föryngringshuggning	*Stubbar, rötter*	*Stamved, grenar och barr/löv*
Avverkning Överståndare/ Fröträd	*Stubbar, rötter, grenar , löv/barr*	*Stamved*
Gallring	*Stubbar, rötter, grenar, löv/barr*	*Stamved*
Röjning	*All biomassa*	-

Notera att pcSKOG utgår från att GROT-uttag görs vid föryngringsavverkning. Markberedning antas inte påverka kolförrådet i marken.

Steg 6. Föregående skogsbestånd och ingående kolförråd

Utifrån ståndortens egenskaper kan man beräkna ett kolförråd i marken. För att göra detta behöver man ta hänsyn till tidigare skogsbestånd på platsen och den växthistorik på platsen som resulterat i ett ackumulerat kolförråd i marken. Det ackumulerade förrådet i marken kan kallas "Ingående kolförråd" och beräknas utifrån funktion 4.1 i SLU:s Q-modell. Se nedan. Storleken på kolförrådet beror på fuktighetsklass, höjd över havet samt latitud.

Funktion 1. Beräkning av ingående kolförråd i beståndet. ***Funktion 4.1 - Från Q-modellen***

$$C_0(t) = C_{ss}(1+\alpha_0 t)^{1-z}$$

där $C_0(t)$ = Ingående kolförråd vid ett visst år , t = år, C_{ss}= Befintligt kolförråd, beroende av latitud, altitud och fuktighetsklass, α_0 = nedbrytiningskoefficient beroende av latitud, altitud och fuktighetsklass, samt z = konstant 1,190.

Steg 7. Åtgärdshistorik

Åtgärder som utförts på avdelningen från att beståndet anlades fram till idag är oftast inte registrerade i planen. pcSKOG gör därför ett antagande att beståndet sköts med gängse skogsskötselmetoder. Därför antas beståndet anlagts med 2500 plantor/ha, som sedan har glesats ut till läget som anges i planen idag. Eftersom röjnings- och gallringstidpunkter är okända omräknas skillnaden mellan det tänkta utgångsläget och dagens läge till ett årligt uttag. Detta uttag adderas till kolförrådet årligen fram till dagens datum och behandlas som en gallring, alltså att stamveden försvinner från beståndet. Se exempel nedan.

Exempel åtgärdshistorik:
Ett bestånd är 75 år med 400 stammar/ha. Beståndet antas ha haft 2500 stammar/ha år 1. Detta resulterar i att under beståndets livslängd har 28 träd/ha gallrats bort årligen. Biomassan som blir kvar i beståndet tillförs marken.

Steg 8. Årligt förnafall

Beståndet tillförs årligen förna (död växtmateria) från det växande skogsbeståndet i form av döda grenar, barr/löv och rötter. pcSKOG antar att ett granbarr har en livslängd på åtta år och ett tallbarr fyra år, dvs marken tillförs årligen en åttondel respektive en fjärdedel av barrbiomassan för gran respektive tall. På motsvarande sätt beräknas en tjugondel av alla döda grenar falla till marken årligen.

Steg 9. Nedbrytningsmodell

Allt död växtmatera utsätts för nedbrytning. För pcSKOGs del innebär detta att biomassa från föregående skogsbestånd, åtgärdshistorik på avdelningen, årligt förnafall samt ingående kolförråd utsätts för nedbrytning. Denna beräknas enligt SLU:s nedbrytningsmodell, Q-modellen, som används i Heureka-programserien. Modellen finns översiktligt beskriven på Heurekas hjälpsida. Viktiga parametrar för modellen är fuktighetsklass, höjd över havet samt latitud.

Steg 10. Framtidscenarion

I rapporten **Kolbalans** beräknas fyra framtidsscenarion för fastigheten.

Tabell 5. Beskrivning om olika beräknade scenarion för planen.

Scenario	Beskrivning
1. Inga åtgärder.	Planen skrivs fram utan att de föreslagna åtgärderna utförs.
2. Enligt plan.	Planen skrivs fram med hänsyn till planens huvudåtgärder
3. Lägre avverkningsalternativ.	Om alternativåtgärder föreslagits i planen tas hänsyn till det lägsta möjliga uttaget.
4. Högre averkningsalternativ.	Om alternativåtgärder föreslagits i planen tas hänsyn till det högsta möjliga uttaget.

Kolförrådet skrivs fram med nedbrytningsmodellen (död biomassa) och pcSKOGs tillväxtfunktioner (levande biomassa), i enlighet med de olika scenariona. Åtgärderna föreslagna i planen beräknas i enlighet med steg 5. Se bild nedan.

Scenarion, ton kol/ha	Enlig plan	Lägre alternativ	Högre alternativ
Föryngringsavverkning	-6,8	-6,8	-14,2
Avverkning ÖF	-0,1	-0,1	-0,1
Gallring	-11,2	-11,2	-11,2
Röjning	-2,9	-2,9	-2,9
	-21,0	-21,0	-28,4

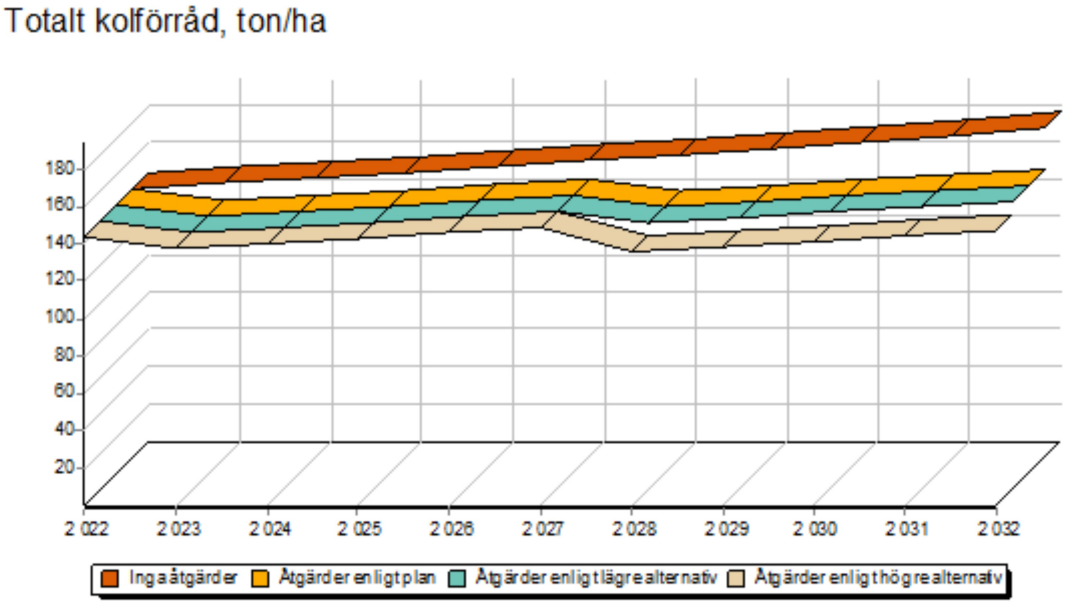


Bild 2. Utveckling av kolfförrådet givet olika skötselscenarion.