

A photograph of a forest path with sunlight filtering through the trees. The sun is low in the sky, creating a warm, golden glow. The trees are tall and thin, with some green leaves and some yellowing. The path is covered in fallen leaves and small plants.

Hur skogsbruk påverkar klimat och biodiversitet

-
och vad kyrkan kan göra åt det

Sverker Molander
Miljösystemanalys, Chalmers

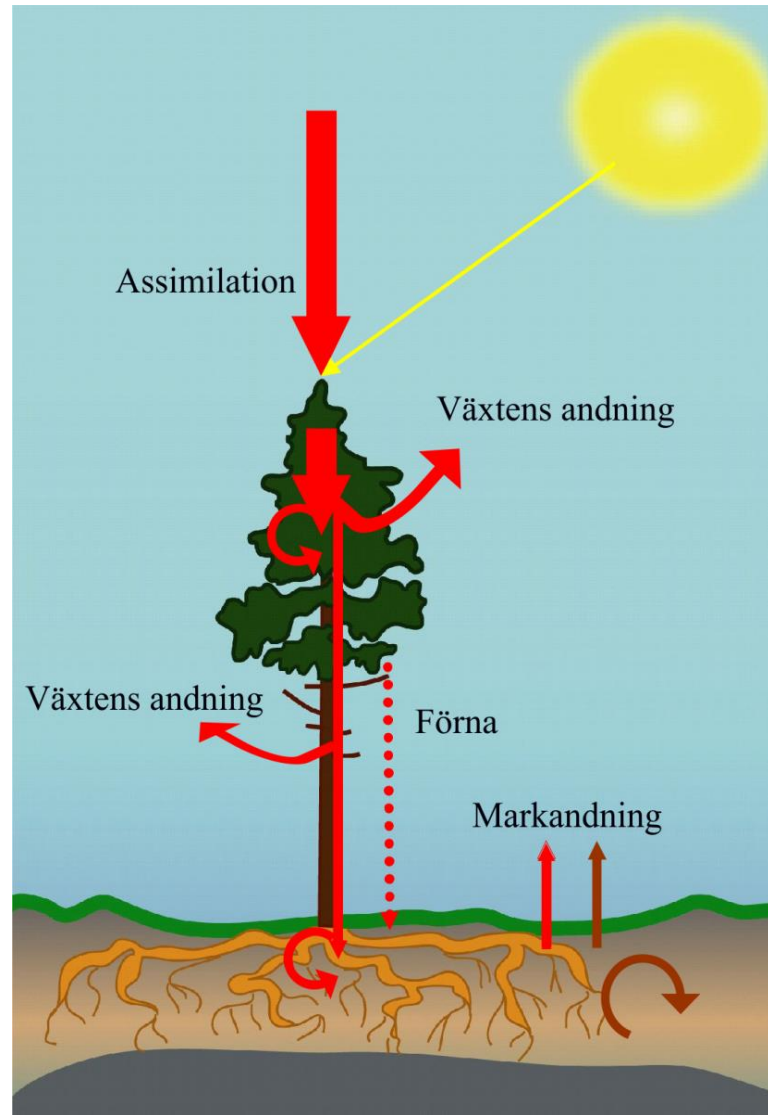
Orsak och verkan

Skogsbruk



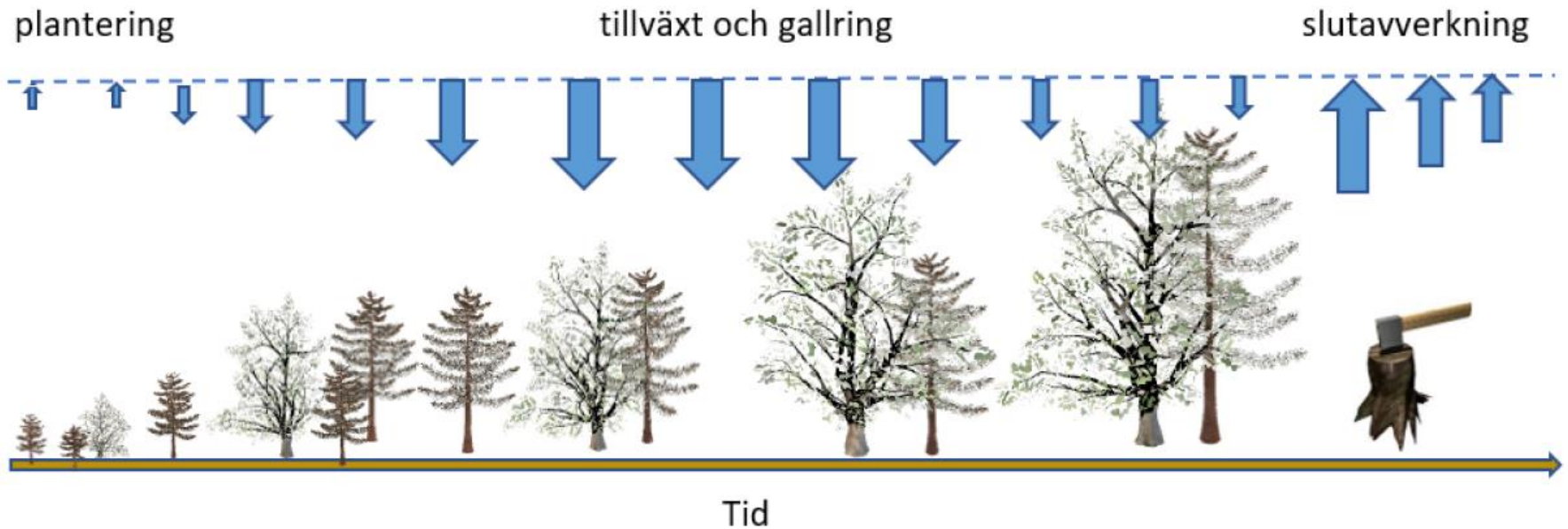
Klimat

"Kolet, kretsloppet och omloppet"



Kolets "kretslopp" i skogen

"Kolet, kretsloppet och omloppet"



Kolupptag > utsläpp i ett bestånd över dess omloppstid. Nedåtriktade pilar upptag. Uppåtriktade pilar utsläpp. Pilarnas storlek i proportion till storleken på upptag/utsläpp.

RESEARCH ARTICLE SUMMARY

FOREST CARBON

Higher carbon storage in primary than secondary boreal forests in Sweden

Didac Pascual*, Gustaf Hugelius, Josep G. Canadell, Jennifer Harden, Robert B. Jackson, Katerina Georgiou, Anders Jonshagen, Johan Lindström, Karl Ljung, Emily Register, Camille Volle, Johanna Asch, Ulrika Ervander, Geerte Fálthammar De Jong, Jia Sun, Anders Ahlström*



Full article and list of author affiliations:
<https://doi.org/10.1126/science.adz8554>

INTRODUCTION: Boreal forests are crucial for mitigating global climate change by capturing and storing large amounts of atmospheric carbon dioxide. However, previously unmanaged primary boreal forests are being rapidly transformed to managed secondary forests to meet the rising global demand for materials and energy. Understanding the effects of boreal primary to managed secondary forest transformations on carbon (C) storage is critical for constraining the global C budget and for evaluating the potential of northern forests in climate change mitigation strategies, which include considerations of increased biomass use for energy and materials.

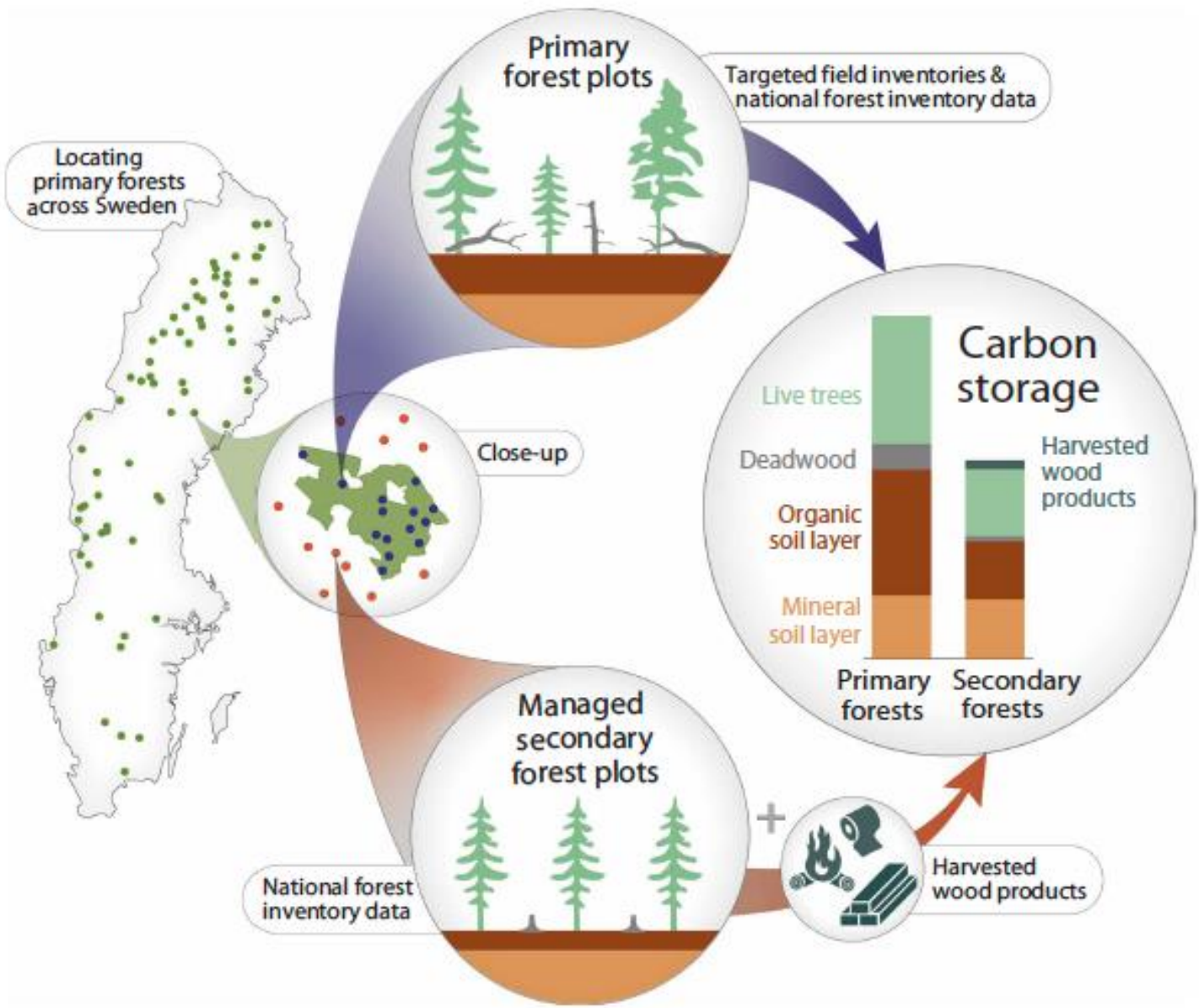
RATIONALE: Previous attempts to quantify the impacts of boreal primary to managed secondary forest transformations have been hampered by limited C storage observations. The high spatial heterogeneity in environmental characteristics and historical land use in boreal areas adds to the uncertainty and calls for regional studies of live trees, deadwood, and soils to quantify C storage in managed secondary forests in

us to compare the land C storage in primary and managed forest systems.

RESULTS: We found that primary forests store ~72% more C than managed secondary forests in vegetation, deadwood, soils, and harvested wood products combined (land C storage). Among the compartments, soils constitute both the largest C store and the largest difference between primary and managed secondary forests. Our estimated difference in land C storage between primary and managed secondary forests in Sweden is 2.7 to 8.0 times larger than reported in global state-of-the-art data-driven studies and bookkeeping models informing the Global Carbon Project.

CONCLUSION: Although the high-intensity forest management common in Sweden implies that our results may not be directly transferable to the broader boreal biome, they suggest that previous estimates have substantially underestimated the C cost of transforming primary to managed secondary boreal forests. Our findings suggest that preservation and conservation of European boreal forests may be more effective as a climate change mitigation strategy than previously thought. □

*Corresponding Author: Email: didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.); geerte.falthammar@mgeo.lu.se (G.F.); jia.sun@mgeo.lu.se (J.S.); camille.volle@mgeo.lu.se (C.V.); katerina.georgiou@mgeo.lu.se (K.G.); ulrika.ervander@mgeo.lu.se (U.E.); johanna.asch@mgeo.lu.se (J.A.); emily.register@mgeo.lu.se (E.R.); caroline.lindstrom@mgeo.lu.se (C.L.); andreas.jonshagen@mgeo.lu.se (A.J.); gustaf.hugelius@mgeo.lu.se (G.H.); robert.b.jackson@mgeo.lu.se (R.B.J.); jennifer.harden@mgeo.lu.se (J.H.); didac.pascual@mgeo.lu.se (D.P.); anders.ahlstrom@mgeo.lu.se (A.A.);



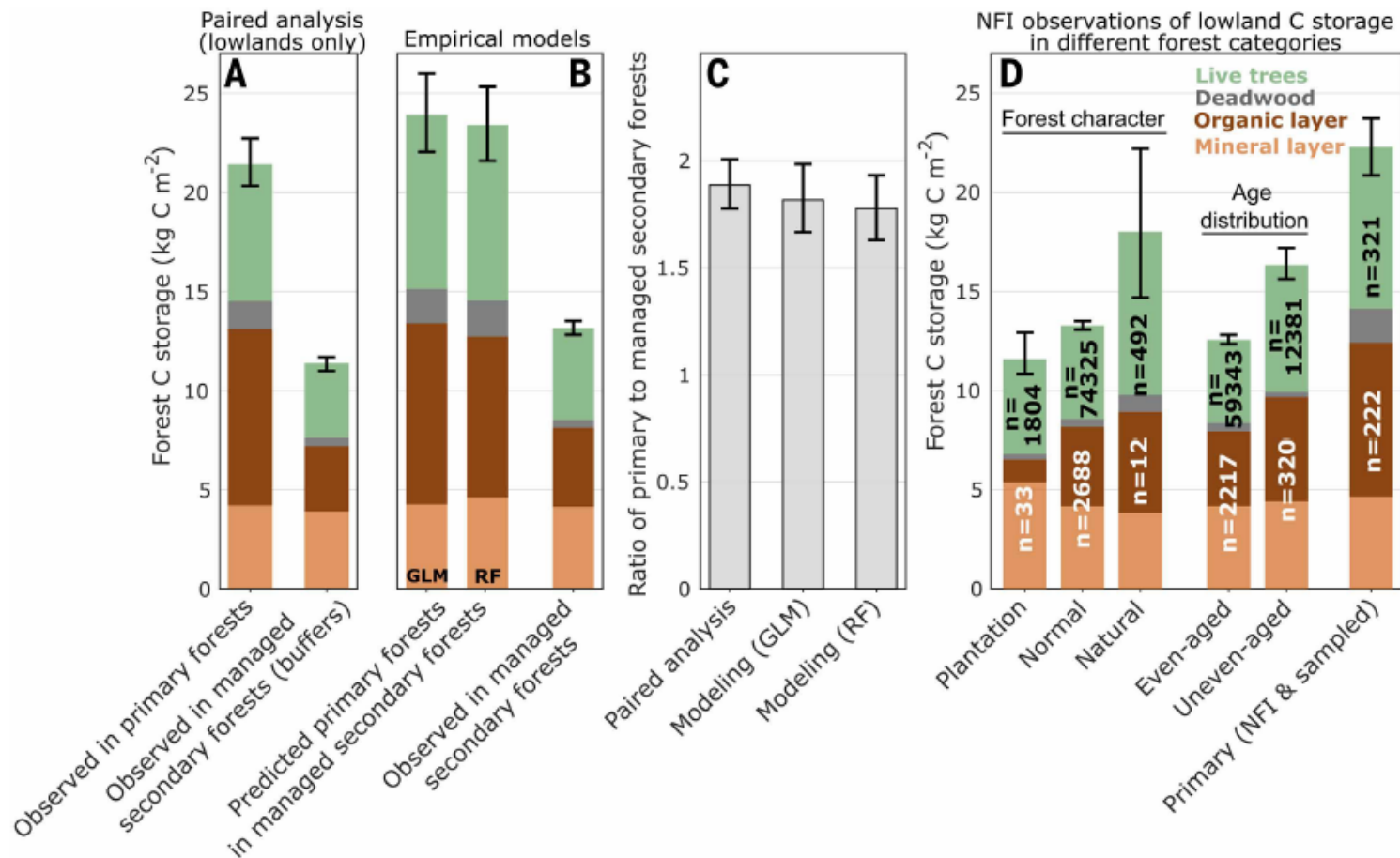


Fig. 2. Estimated primary and managed secondary forest C means and ratios in the paired and modeling analyses and mean NFI-based C storage in various forest categories. (A) Mean observed C storage by forest type estimated in the paired analysis. **(B)** GLM- and RF-predicted mean primary forest C storage across Sweden's productive managed secondary forestland and mean observed managed secondary forest C therein. **(C)** Ratios of primary to managed secondary forest C stocks estimated in (A) and (B). **(D)** Mean NFI-based C storage in various NFI-defined forest categories (33), with the number of plots included within the bars, both for soils (white) and vegetation (black). For reference, we included the mean observations in primary forests from both the NFI and our samples. Error bars represent the 95% CIs for the total C storage estimated using bootstrapping.

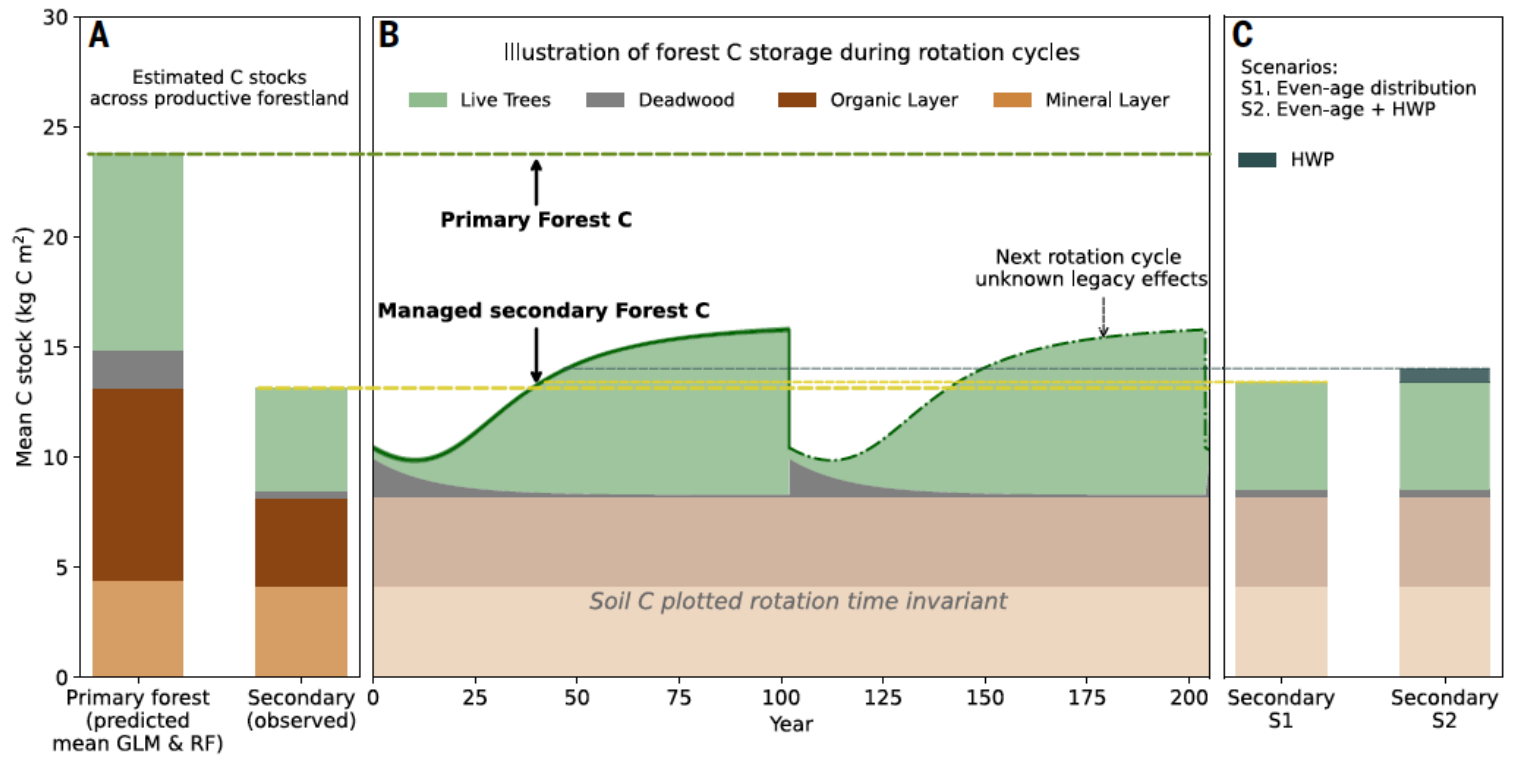


Fig. 3. Primary and managed secondary forest C storage across productive forestland, and forest C storage during rotation cycles. (A) Predicted primary forest C stocks across Sweden’s productive forestland (mean of GLM and RF) and observed managed secondary forest C stocks therein. **(B)** Data-informed illustration of C stocks over two average rotation cycles, where C in soils are plotted time-invariant despite potential variations of currently unknown magnitude within and between rotation cycles. Note that the managed secondary forest growth curve is estimated using the Chapman-Richards equation and that the second dashed rotation cycle is for illustration only and assumes there are no growth effects of multiple rotations. **(C)** Mean C stocks in managed secondary forests in a scenario of even standage distributions over the recommended rotation cycles (S1) and even stand age distributions and C storage in HWP (S2).

Slutsatser...

- Tidigare studier har kraftigt underskattat C-innehållet i primära skogar (2,7 – 8 ggr) -> i samma storleksordning som alla fossilutsläpp sedan 1834.
- Skogsprodukter är en liten del av C-lagret i skogsmarken
- Potentialen hos skog och skogsmark att lagra kol är mycket större än man tidigare trott.

Orsak och verkan

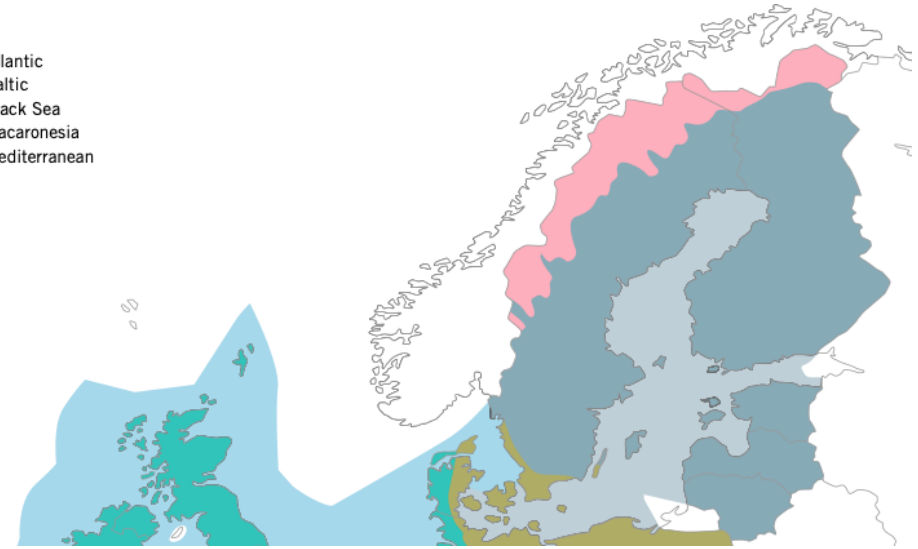
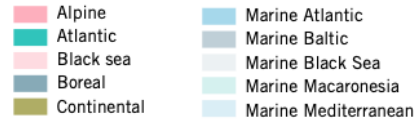
Skogsbruk



Biodiversitet

Biodiversitet... vad snackar vi om?

- Antal arter...
- Olika habitat... (förutsättningarna för arterna)
- Vissa arter...
 - "rödlistade"
 - "signalarter"
 - "värdearter"
 -



SAMLAD BEDÖMNING							
SKOG		ALP		BOR		CON	
KOD	Svenskt namn	2013	2019	2013	2019	2013	2019
9010	taiga	↓	↓	↓	↓	×	×
9020	nordlig ädellövskog			↑	●	×	●
9030	landhöjningsskog			×	×		
9040	fjällbjörkskog	●	●				
9050	näringsrik granskog	↓	×	↓	×		
9060	åsbarrskog			↓	↓		
9080	lövsumpskog			×	×	×	×
9110	näringsfattig bokskog			↑	●	×	●
9130	näringsrik bokskog			↑	●	×	●
9160	näringsrik ekskog			↑	×	×	×
9180	ädellövskog i branter			×	×	×	×
9190	näringsfattig ekskog			×	×	×	×
91D0	skogsbevuxen myr	●	●	●	●	×	●
91E0	svämlövskog	●	●	×	×	×	×
91F0	svämädellövskog			×	×	×	×

"Biodiversiteten" i skogen

Skogsnaturlager i habitatdirektivet och den samlade bedömningen av deras bevarandestatus per biogeografisk region 2013 och 2019. ALP = alpin, BOR = boreal och CON = kontinental region. Grön = gynnsam, gul = otillfredsstillande, röd = dålig och vit = okänd bevarandestatus. Symbol utan tecken anger en stabil trend, ↑ = positiv, ↓ = negativ, x = okänd trend.

Rapport 2026/07

Biologisk mangfold i skogen



Några av slutsatserna (ordagrant)

- **Allvarligt läge för skogens biologiska mångfald.** Många skogslevande arter är hotade, främst på grund av förlust av livsmiljöer, fragmentering och minskad tillgång till naturskogar och kontinuitetsskogar.
- **Arealen naturskog och kontinuitetsskog har blivit mindre och mer fragmenterad.** De återstående skogarna har en särskilt stor betydelse för bevarandet av skogslevande arter.
- **Otillräcklig grön infrastruktur.** Skogslandskapet nedanför fjällnära gränsen är starkt fragmenterat vilket begränsar arters spridning och genetiska utbyte samt ekosystemens stabilitet.

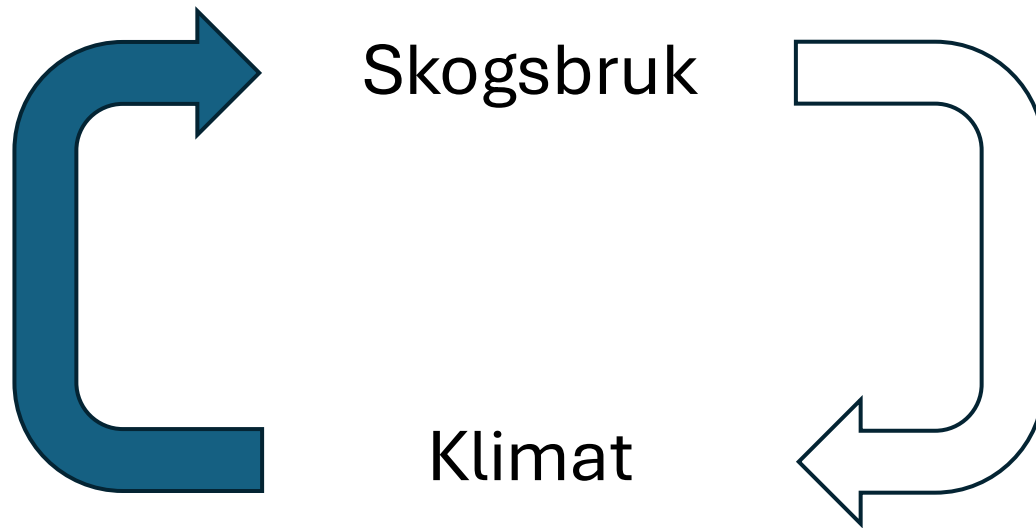
Några av slutsatserna (ordagrant)

- **Naturskogar och kontinuitetsskogar har en särskild stor betydelse.** Höga biologiska värden i det boreala skogslandskapet är i hög grad knutna till skog med kontinuitet. De kännetecknas av en lång och obruten trädkontinuitet, inslag av mycket gamla och ofta senvuxna träd samt stora mängder död ved i olika kvaliteter och nedbrytningsstadier.
- **Med dagens avverknings- och skyddstakt kommer 670 000 hektar skog med värden som inte kan återskapas inom överskådlig tid att ha avverkats om 26 år.** Flera analyser bekräftar situationen med avverkning av skogar med höga biologiska värden.

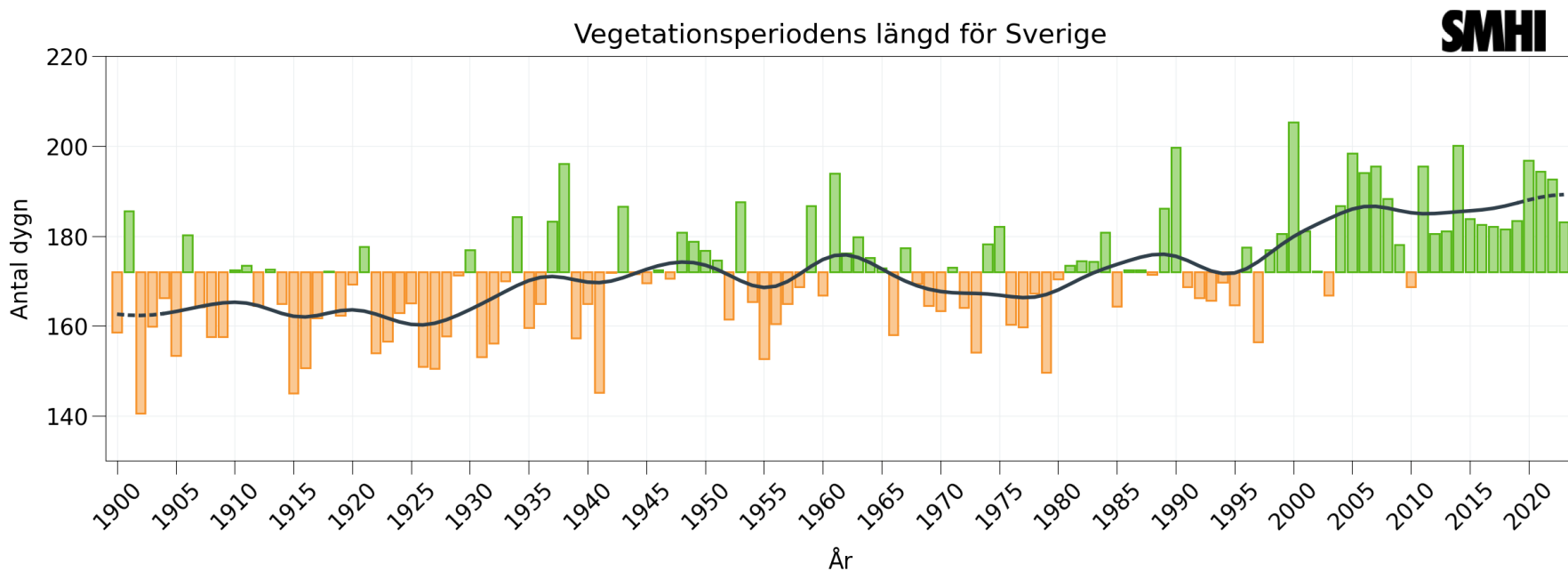
Några av slutsatserna (ordagrant)

- **Ytterligare cirka 1,56 miljoner hektar skog med höga biologiska värden behöver undantas från skogsbruk för att nå 20 procent bevarad livsmiljötyp.** Ofta behöver dessa skogar även restaureras.
- **Nuvarande situation strider mot nationella och internationella mål.** Med fortsatt avverkning av skogar med höga biologiska värden bedöms inte svenska [och internationella] miljö kvalitetsmål kunna uppnås.
- **Tröskelvärdet 20 procent ligger nära eller under den kritiska nivån.** För att bevara biologisk mångfald, ekosystemtjänster och stärka ekosystemens resiliens mot klimatförändringar behöver ambitionen höjas ytterligare.

Från linjärt till cirkulärt...



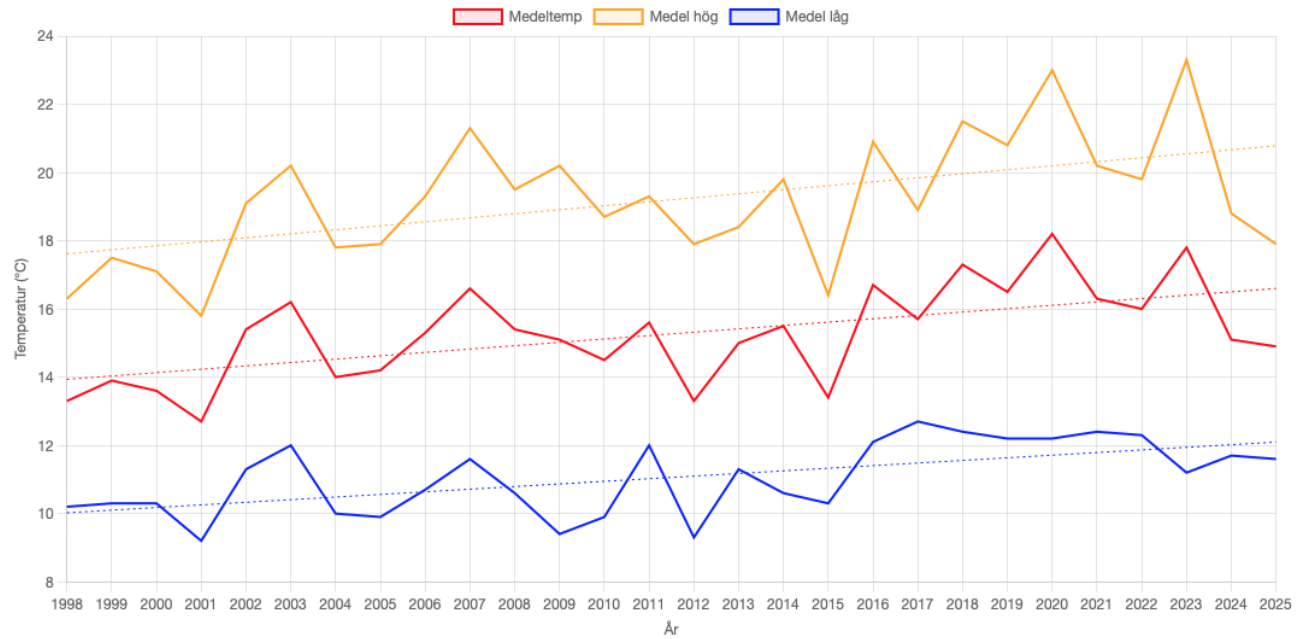
Vegetationsperiodens längd



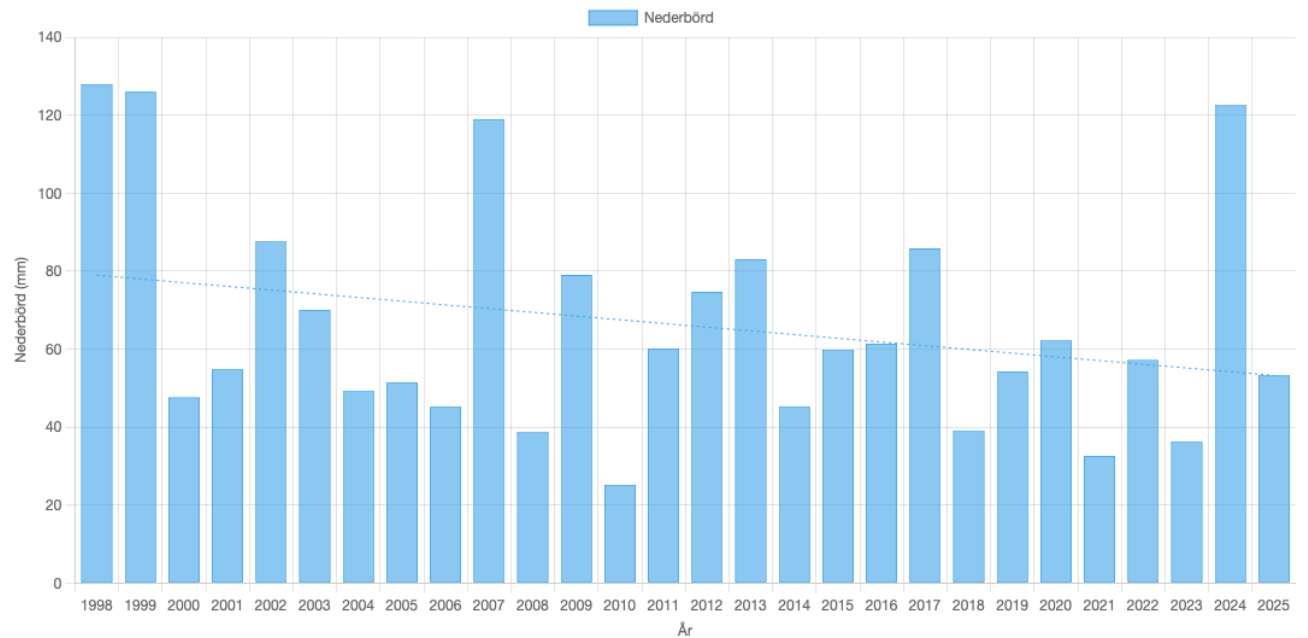
Staplarna i diagrammet visar uppmätt längd för vegetationsperioden i Sverige. Gröna staplar visar fler och orangea visar färre antal dygn för vegetationsperioden än medelvärdet för normalperioden 1961-1990. Den grå linjen visar ett glidande medelvärde beräknat över ungefär tio år.

Lokala fakta från Tjörn

Medeltemperaturer för juni 1998 – 2025



Nederbörd för juni 1998 – 2025



Nationella fakta - skogens tillväxt...

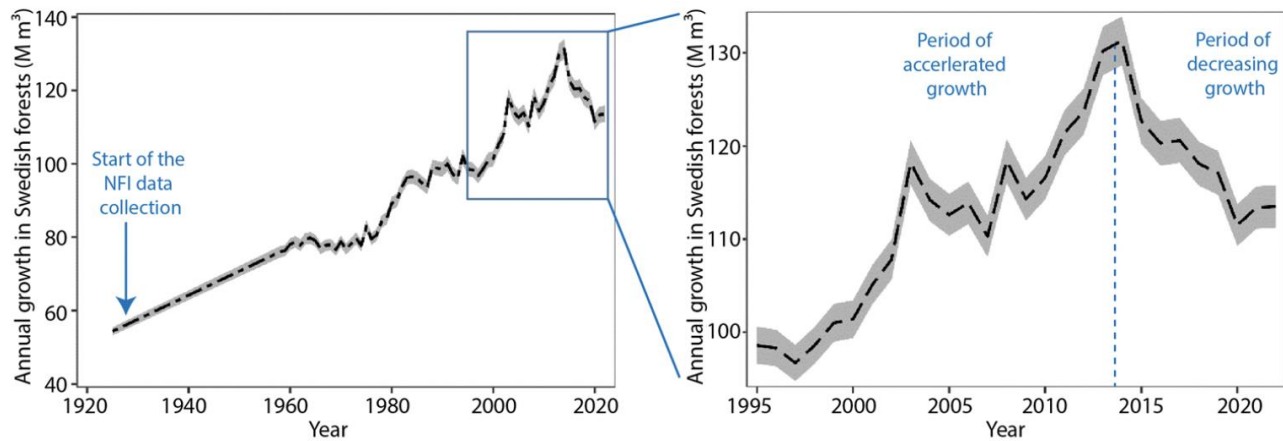


Fig. 1. Trends in annual incremental growth since the beginning of the Swedish National Forest Inventory (NFI) data collection in 1920 (left), as well as an enlarged view from 1995 to the present (right). Each annual data estimate is based on over 100,000 annually inventoried sample trees, which are aggregated into 5-year running averages. Data between 1925 and 1958 are linearly interpolated, thereafter running five-year averages. The grey area denotes the uncertainty band of the annual growth estimates.



New individual tree models of basal area increment confirm decline of Norway spruce growth in Southern Sweden

Maksym Matsala^{a,*}, Mateusz Grzeszkiewicz^b, Urban Nilsson^a

^a Southern Swedish Forest Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden
^b Department of Forest Resource Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden

ARTICLE INFO

Keywords:
Nonlinear regression
Forest growth
Scots pine
Betula spp

ABSTRACT

Recent analyses of Swedish National Forest Inventory (NFI) data have reported changes in forest growth, including indications of declining increment for some tree species. To examine whether such trends are detectable at the level of individual tree, we developed new functions and applied residual analysis across major biogeographical regions of Sweden. We developed new individual-tree basal area increment models for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), and birch (*Betula* spp.) using Swedish NFI data from permanent plots measured between 1983 and 2022. Weighted nonlinear regression was applied with a limited set of tree-, stand-, and site-level predictors to simplify model validation and application. Model performance was evaluated against an independent NFI subset, existing functions implemented in the Heureka decision support system, and long-term thinning experiments (for Scots pine only). Overall predictive accuracy was comparable to established models, with slightly reduced bias at the stand level. No consistent long-term decline was detected for Scots pine or birch in residual analysis. In contrast, Norway spruce exhibited a systematic decline in basal area increment during the last decade in central and southern regions, indicated by increasingly negative residuals. These findings support recent inventory-based evidence of reduced spruce growth and suggest species-specific responses to changing climatic conditions in Sweden.

1. Introduction

In forestry practice, stand-level models of tree growth provide key updates for operational management and planning silvicultural such as thinnings (Goude et al., 2022; Maleki et al., 2023). Growth models have been applied mostly in the form of stand-level models (DSS), bringing crucial details for growth and mortality into the management and can project future growth and mortality.

long-term observations on permanent plots (McRoberts et al., 2010; Bianchi et al., 2023). For instance, Elfving (2010) developed functions for Sweden's main tree species using early observations of basal area growth on the plots established in 1983–1987. These models included traditional plot-level variables such as stand age, basal area of larger trees (BAL), quadratic mean diameter, occurrence of thinning event in the last period. Additionally, functions contained many site-related predictors such as distance to the coast, soil wetness, annual sum of temperatures, and occurrence of nitrogen fertilization treatment. In these empirical models, time is represented only indirectly through repeated measurements, which introduces two major challenges in calibrating reliable individual-tree growth functions. First, the models are based on data from earlier periods may perform poorly when applied to later periods (Gilson et al., 2018). Second, data from

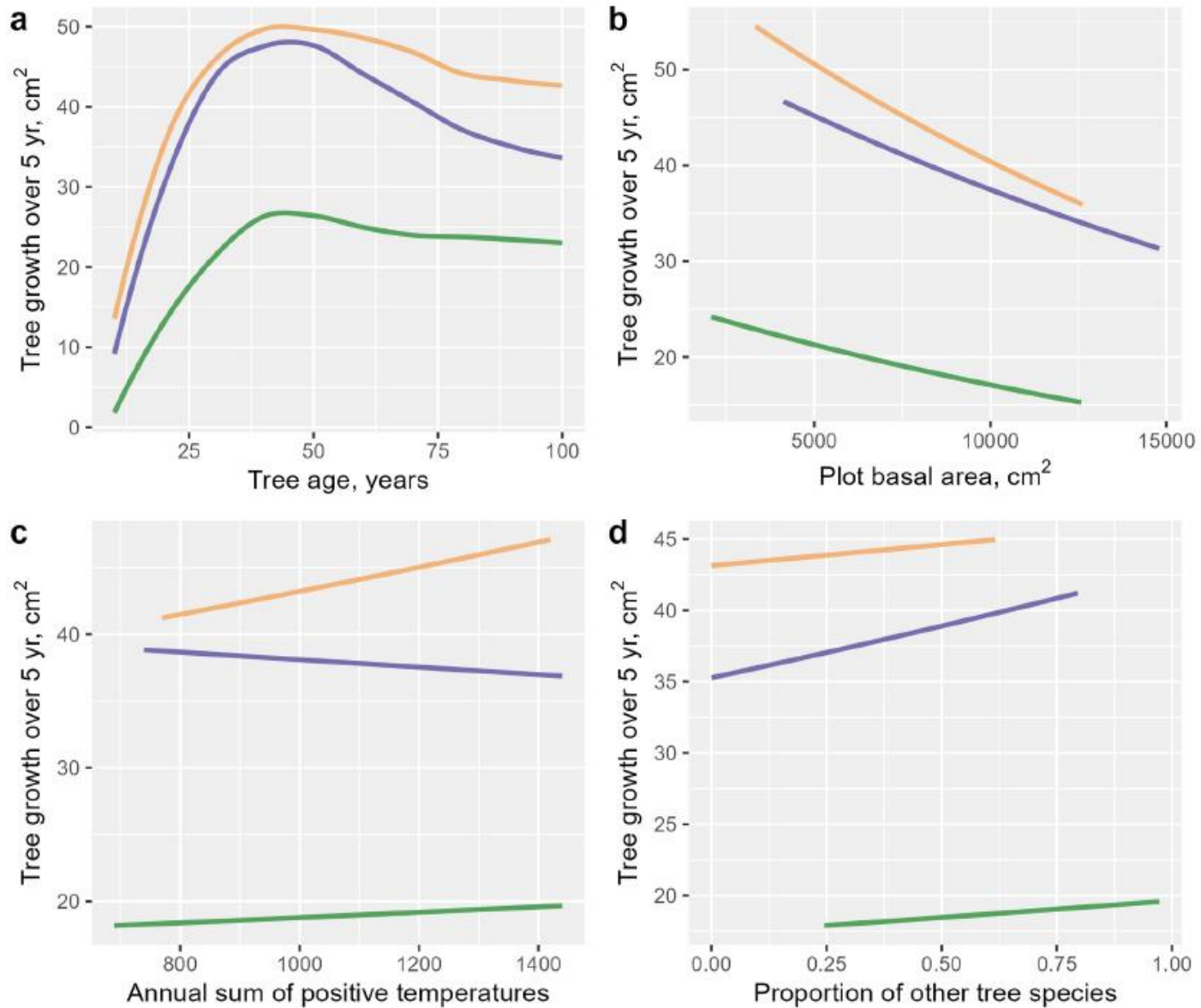


Fig. 4. Predictions for Scots pine (orange), Norway spruce (purple), and birch (green) vs. tree age (a), competition at plot level (b), local temperature regime (c), and proportion of other tree species (d). Tree sizes for age curves are calculated as averages for 10-years bins. All other model variables are used as their species-specific means in calibration data set.

Varför ställa om just kyrkans skogsbruk?

Varför ställa kommunernas skogsbruk? Nästan lika många skäl...
Och allt annat skogsbruk också...

Varför ställa om... - 1

Kyrkans identitet

- roll som förvaltare av
 - evangeliet – för hela skapelsen
 - människors arbete och engagemang – anställda och frivilliga ("lekmän")
 - resurser – jord, skog, kapital

Kyrkans identitet...

- Ca 5,35 miljoner medlemmar (av 10,6 M d v s ca 50%)
- Norden kristnades ca 800-1100-talen (rätt mycket uppifrån...)
- Starka influenser (kultur, teknik, medicin) genom utbildning, klosterrörelser etc från medeltiden (o framåt)
- Markinnehav gav den ekonomiska grunden för kyrkans verksamhet
- Reformationen (ca 1527-1593) "förstatligande" kyrkan – en hel del egendomar drogs in till "kronan", annat blev kvar hos församlingarna som prästens levebröd – "kungliga salighetsverket" etablerat - statskyrka
- Från 100% till ca 2% av kyrkans inkomster från jorden & skogen (PLT) (d v s från medeltiden till dagens situation)

Kyrkans fri från staten år 2000

- Ny styrning – ny lagstiftning
- Stor frihet
- Men när det gäller skogsförvaltningen har det inte inneburit några större avsteg från sedan tidigare pågående aktiviteter. Steg-för-steg – "som alla andra" och med vissa skillnader mellan stiftens etc.
- "Visst glapp" mellan förväntningar och genomförande...
- "Visst glapp" mellan skogsförvaltningen och övriga kyrkan...

Lite om organisation...

- Svenska kyrkan
- Demokratisk, offentlig
- Kyrkomöte
- Kyrkostyrelse
- Kyrkokansli
- ...
- 13 stift,
stiftsfullmäktige,
stiftsstyrelse
- 286 pastorat, 1117 församlingar...
- Sverige
- Demokrati, offentlig
- Riksdag
- Regering
- Regeringskansli
- Departement, myndigheter
- 21 län/regioner,
länsstyrelse
- 290 kommuner

Varför ställa om... - 2

Markernas (PLT) juridiska status...

Avgörande i Högsta domstolen mål Ö 1125-09

2010-11-30

9. Beslutet i äganderättsutredningen (äganderättsförteckningen) ska således ändras så att fastigheten X 1:1 ska anses ägd av X 1:1 (prästlönetillgång).

Markerna äger sig själva – "stiftelseliknande tillgångar"

Vad får en förvaltare göra emot ägaren/uppdragsgivaren – Skaparen/skapelsen/medlevande?

"Naturens rättigheter...?" "Ekocid"...?

Varför ställa om... - 3

Klimatförändringar och långsiktig ekonomi...

Andra risker andra möjligheter...

- helt annat läge än för 30-år sedan...
- andra arter än gran, tall och björk (ek, bok, lind, ask,...)
- andra brukningsmetoder än trakthyggen
- andra produkter än pappersmassa och barrsågvirke
- andra priser, till följd av andra värdekedjor

Att INTE ställa om – diversifiera - är att ta en ännu större risk beträffande framtida inkomster!

Varför ställa om... – 4 (repetition)

Klimatförändringar och kolupptag...

Skogens potential är stor

Låt träden bli äldre

Använd andra brukningsmetoder

Att INTE ställa om är att ta en större risk
beträffande framtida klimat!

Varför ställa om... – 5 (repetition)

Biodiversiteten är hotad...

undanträngning...

minskad motståndskraft...

existentiella/etiska frågor

Att INTE ställa om är att ta en större risk
beträffande framtida biodiversitet!

Ställa om till VAD?



Plantage



Skog

Ställa om till VAD?

- Trakthygge, förnygringsavverkning
- Markberedning
- Plantering av en/två art/er
- Rövning
- Gallring
- Trakthygge, förnygringsavverkning
- ...

Plantage



- Ursprungliga arter återinförs eller självföryngras, mer lövträd
- Naturliga processer (inkl störningar) gynnas
- Ej dikning, gödsling eller främmande trädslag
- Plockhuggning som ger kontinuitet
- ...

Skog



Kyrkomötets beslut
Ändrad kyrkoordning fr 1 januari
2026 46 kap 3 §

Prästlönetillgångarna ska förvaltas så
att **andlig, ekologisk, social och
ekonomisk hållbarhet balanseras.**

Tidigare:

Prästlönetillgångarna ska förvaltas så effektivt
som möjligt och på ett sådant sätt att de ger
bästa möjliga uthålliga totalavkastning.

Hur ställa om?

Några tankar/förslag om vad som behövs...

- En samordnad process
 - med en ordentlig nulägesbeskrivning för att försöka skapa samsyn och respekt för olika synsätt – skogsvård och själavård
 - för att etablera ny organisation, som är
 - transparent
 - kompetent också beträffande ekologi, teologi och samhälle (jfr Kapitalförvaltningsrådet) – inte bara skogsbrukskompetent alltså
 - samordnande och kopplad till riksnivån, stiftsnivån och församlingsnivån
 - en kontaktpunkt för civilsamhället
 - "lärande och adaptiv"
 - som leder till konkreta, tidsatta och uppföljningsbara mål avseende skogsbrukets metoder som passar i de olika stifteten, och som verkar under LÅNG tid

Specifika mål – hänvisat till stiften...

- Mål avseende skogsbruket i utredningen
 - Avsättning av 20% av ytan – borde vara 30%...
 - 33% naturnära bruk - ??
 - 47% anpassat trakthyggesbruk - ??

Vem gör vad i skogen?

- Sveaskog (3,1 M ha, ca 800 anställda)
- SCA (2,6 M ha)
- Stora Enso (1,4 M ha)
- Holmen (1,3 M ha)
- Svenska kyrkan (0,46 M ha, **ca 250 anställda f skogsförvaltningen**)
- Statens fastighetsverk (0,2 M ha)
- Kommunerna (0,2 M ha)
- **Förvaltning**, översiktlig planering, UPPHANDLING
- Konsulter
- Entreprenörer
- ... i flera led
- "integrerade hjälpredor"
- "distansskogsbruk"
- "skrivbordsskogsbruk"

Mer att läsa:

- Debattartiklar i Kyrkans Tidning

- Karin Öhman m fl: <https://www.kyrkanstidning.se/debatt/framtidsanalyser-behovs-att-forma-skogens-skotsel>
- Anders Tivell: <https://www.kyrkanstidning.se/debatt/ensos-satt-att-rakna-behover-ifragasattas>
- Sverker Molander: <https://www.kyrkanstidning.se/debatt/skogsdebatten-behover-sans-och-balans>
- Markku Rummukainen: <https://www.kyrkanstidning.se/debatt/alla-val-har-konsekvenser-framtiden>
- Många fler – högt och lågt: <https://www.kyrkanstidning.se/amne/skogsutredningen?page=0>

Andra tidningar

- Petra Carlsson Redell: <https://www.expressen.se/kultur/kyrkan-borde-lyssna-pa-taube-inte-svd/>
- Göran Greider: <https://www.dn.se/kultur/goran-greider-jag-vill-inte-lamna-svenska-kyrkan-men-den-vill-lamna-mig/>
- Sverker Molander: <https://svenskkyrkotidning.se/artikel/mod-att-ta-ansvar-handla-och-hoppas-en-utredning-av-svenska-kyrkans-framtida-skogsbruk/>



Vad kan vi i miljörelsen göra nu? Några förslag...

- Kort sikt
 - Göra det vi gör – försöka skydda värdefulla skogar
 - Lära oss mer
 - Påverka
 - Bilda opinion
 - O s v...
- Lång sikt
 - ...



Vad kan vi i miljörelsen göra nu? Några förslag med kyrkan...

- Arbeta på stiftsnivån på olika sätt
- Skogsvandringar i "våra" stiftsskogar
- Samarbeten med församlingar
 - Friluftsgudstjänster
 - Konfirmander som planterar träd eller annat
 - Gökottor
 - Pilgrimsvandringar

Länkar

- Skogsutredningen "Kyrkan och skogen – ansvar, handling och hopp"
<https://www.svenskakyrkan.se/filer/1374643/SKU%202024%202%20Kyrkan%20och%20skogen%20-%20ansvar,%20handling%20och%20hopp.pdf>
- Naturvärdeskarta Skog
<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=f07e5d41f06943e3b296f61e50d3480e>
Bubnicki <https://bubnicki.users.earthengine.app/view/swedentest>
- Skogsmonitor
<https://karta.skogsmonitor.se/?background=GoogleSatellite&lat=57.91922&layers=17-14-15&lng=13.10669&zoom=8>
- Skogsindustrierna – skyddad skog och skogsinnehav
<https://www.skogsindustrierna.se/om-skogsindustrin/vad-gor-skogsindustrin/svensk-skog/frivilligt-avsatt-skog/karta/>
- Skogsstyrelsen <https://www.skogsstyrelsen.se/e-tjanster-och-kartor/karttjanster/>