



2026-02-24

2026-202960-0001

Slutrapport

Energimyndighetens titel på projektet – svenska

Alla värdens skog - metoder för inventering och värdering av skogens olika nyttor

Energimyndighetens titel på projektet – engelska

Forest of all values - methods for inventory and valuation of the forest's various benefits

Organisation

Skogforsk

Program Värdeskapande Ekosystemtjänster

Uppsala Science Park. 751 83 Uppsala

Nyckelord:

Ekosystemtjänster, Skoglig planering, Beslutsstöd, Kolinlagring, Biodiversitet, Rekreativvärden, Multikriterie analys



2026-02-24

2026-202960-0001

Förord

Projektet ”Alla världens skog – metoder för inventering och värdering av skogens olika nyttor” som pågått mellan 2023–2025. Projektet har bedrivits av Skogforsk i samarbete med Greensway och finansierats av Energimyndigheten, samt projektparterna Mellanskog, Skogssällskapet och Sveaskog.

Delstudien gällande visualisering och värdering av skogens olika nyttor och värden har utförts på Skogssällskapetets fastighet Bredvik. Arbetet genomfördes tillsammans med Fridhs Utvecklingsaktiebolag och med tekniskt stöd från Skogshubben (Ecotype).

Projektet riktar ett stort tack till alla som varit inblandade i genomförandet av projektet, i form av värdefull input inom referensgruppen och tillhandahållande av data och kartmaterial i olika former.

Uppsala 20 februari 2026
Mia Iwarsson Wide
Projektledare



2026-02-24

2026-202960-0001

Innehåll

1	Inledning/bakgrund	8
2	Genomförande	9
2.1	Prediktion av skogliga naturvärden	9
2.2	Prediktion av skogars rekreationspotential	10
2.3	Visualisering och värdering av skogens olika nyttor och värden.....	11
3	Resultat	13
3.1	Prediktion av skogliga naturvärden	13
3.2	Prediktion av skogars rekreationspotential	14
3.3	Visualisering och värdering av skogens olika nyttor och värden.....	16
4	Diskussion	19
4.1	Prediktion av skogliga naturvärden	19
4.2	Prediktion av skogars rekreationspotential	19
4.3	Visualisering och värdering av skogens olika nyttor och värden.....	21
4.4	Sammanfattande diskussion av projektresultaten	22
5	Publikationslista	23
6	Referenser	23

Sammanfattning

Projektet **Alla världens skog** har haft som övergripande mål att utveckla metoder och beslutsstöd som gör det möjligt att identifiera, kvantifiera och väga samman skogens ekonomiska, ekologiska och sociala värden i skogsbrukets planering. Utgångspunkten har varit behovet av bättre underlag för att hantera målkonflikter mellan virkesproduktion, bioenergi, klimatnytta, biologisk mångfald och rekreation. Genom tre integrerade delstudier; prediktion av naturvärden, prediktion av rekreationspotential samt scenarioanalys av alternativa skötselstrategier, har projektet tagit fram praktiskt användbara verktyg som möjliggör mer differentierad och kunskapsbaserad markanvändning.

Resultaten visar att det med hjälp av till stor del redan tillgängliga digitala data går att prediktera skogliga naturvärden med hög träffsäkerhet, särskilt i tallskog där modellen identifierade cirka 85–91 % av bestånd med höga naturvärden. Beståndsålder framträdde som den enskilt viktigaste variabeln, vilket innebär att naturvärden i stor utsträckning kan screenas tidigt i planeringsprocessen. Detta skapar förutsättningar att styra fältinventeringar till rätt områden och att i landskapsperspektiv identifiera värdekärnor och spridningskorridorer. Modellen är inte avsedd att ersätta fältinventeringar, men fungerar som ett kostnadseffektivt prioriteringsverktyg.

Projektet har även skapat ett GIS-baserat beslutsstöd för att estimeras skogars lämplighet för friluftsliv genom att operationalisera forskning om människors skogliga preferenser. Beslutsstödet utgörs av sex indikatorer (trädstorlek, skogstyp, markfuktighet, topografi, buller samt angränsande marktäckning) som vägs samman till ett rekreatationsindex. Det gör det möjligt att identifiera rekreatationshotspots, planera skogsskötsel för att gynna friluftsliv, samt integrera sociala värden i samma beslutsprocesser som produktions- och naturvärden.

I syfte att studera hur skogens olika värden skulle kunna vägas samman vid inventering, värdering och visualisering genom att tillämpa de framtagna metoderna samt kvantifiera de ekonomiska konsekvenserna genomfördes en fallstudie på en skogsfastighet i mellersta Sverige. Skogshubben (Ecotype 2026) användes för att hantera fastighetens skogsbruksplan, redigera skötselåtgärder samt beräkna virkesutfall, kostnader och intäkter.

Scenarioanalysen i fallstudien visar att riktad skötsel kan stärka natur- och rekreatationsvärden men innebär minskade virkesintäkter på kort sikt. Naturvärdesstrategin reducerade nuvärdesnettot med cirka 11 % på fastighetsnivå, medan rekreatationsstrategin gav en motsvarande minskning på cirka 13 %. Efter 30 år hade de alternativa strategierna omkring 10 % högre kolförråd än det konventionella scenariot. Resultaten tydliggör därmed de ekonomiska avvägningarna men visar också på klimatmässiga synergier



2026-02-24

2026-202960-0001

kopplade till längre omloppstider som ger större volym stående biomassa.

Sammantaget visar projektet att en differentierad landskapsstrategi, där produktion koncentreras till bestånd med låga natur- och rekreationsvärden och andra områden sköts för biodiversitet, klimat och sociala nyttor, kan öka den totala samhällsnyttan från skogen. Den nya kunskapen ligger i att natur- och rekreationsvärden nu kan analyseras kvantitativt och rumsligt explicit med metoder som är skalbara och tillgängliga för både stora och små skogsägare.

Nästa steg är att vidareutveckla modellerna med större datamängder, särskilt för mindre representerade skogstyper, förbättra kvaliteten i skogsbruksplanens data och integrera natur-, rekreations- och kolmodeller i gemensamma beslutsstöd. Det finns även potential att använda resultaten i nationell uppföljning, i samhällsekonomiska analyser av friluftsliv och hälsa samt i hållbarhetsbedömningar kopplade till bioenergi och infrastruktur. Projektet lägger därmed en grund för mer transparenta och balanserade avvägningar i skogsbruket och bidrar till utvecklingen av ett hållbart energisystem där klimatnytta, biologisk mångfald och sociala värden kan förenas.

Summary

The overall goal of the project "Forest of All Values" (Alla världens skog) has been to develop methods and decision-support tools that make it possible to identify, quantify, and balance the forest's economic, ecological, and social values within forestry planning. The starting point was the need for better data to manage trade-offs between timber production, bioenergy, climate benefits, biodiversity, and recreation. Through three integrated sub-studies; prediction of natural values, prediction of recreation potential, and scenario analysis of alternative management strategies, the project has produced practical tools that enable more differentiated and knowledge-based land use.

The results show that, using largely existing digital data, it is possible to predict forest natural values with high accuracy, particularly in pine forests where the model identified approximately 85–91 % of stands with high natural values. Stand age emerged as the single most important variable, meaning natural values can largely be screened early in the planning process. This creates the conditions to direct field inventories to the correct areas and to identify core values and dispersal corridors from a landscape perspective.

The model is not intended to replace field inventories but serves as a cost-effective prioritization tool. The project has also created a GIS-based decision-support tool to estimate the suitability of forests for outdoor recreation by operationalizing research on people's forest preferences. The decision-support tool consists of six indicators (tree size, forest type, soil moisture, topography, noise, and adjacent land cover) that are combined into a recreation index. This makes it possible to identify recreation hotspots, plan forest management to benefit outdoor life, and integrate social values into the same decision-making processes as production and natural values.

To study how different forest values could be balanced during inventory, valuation, and visualization—by applying the developed methods and quantifying the economic consequences—a case study was conducted on a forest property in central Sweden. "Skogshubben" (Ecotype 2026) was used to manage the property's forest management plan, edit management measures, and calculate timber yields, costs, and revenues. The scenario analysis in the case study shows that targeted management can strengthen natural and recreational values but involves reduced timber revenues in the short term. The natural value strategy reduced the net present value by approximately 11% at the property level, while the recreation strategy resulted in a corresponding reduction of approximately 13%. After 30 years, the alternative strategies had about 10% higher carbon stocks than the conventional scenario. The results thus clarify the economic trade-offs but also demonstrate climate synergies linked to longer rotation



2026-02-24

2026-202960-0001

periods that yield larger volumes of standing biomass. Overall, the project demonstrates that a differentiated landscape strategy, where production is concentrated in stands with low natural and recreational values, and other areas are managed for biodiversity, climate, and social benefits, can increase the total societal benefit from the forest. The new knowledge lies in the fact that natural and recreational values can now be analyzed quantitatively and spatially explicitly with methods that are scalable and accessible to both large and small forest owners.

The next steps are to further develop the models with larger datasets, especially for less represented forest types, improve the quality of forest management plan data, and integrate natural, recreation, and carbon models into unified decision-support systems. There is also potential to use the results in national monitoring, in socio-economic analyses of outdoor recreation and health, and in sustainability assessments linked to bioenergy and infrastructure. The project thus lays a foundation for more transparent and balanced trade-offs in forestry and contributes to the development of a sustainable energy system where climate benefits, biodiversity, and social values can be united.

1 Inledning/bakgrund

Skogen levererar ett brett spektrum av samhällsnyttor, från virkesproduktion och klimatreglering till biologisk mångfald, rekreation och folkhälsa. Samtidigt dominerar dagens skogsbruksekonomiska beslutsstöd av produktions- och virkesvärden, vilket försvårar avvägningar mellan olika ekosystemtjänster. I takt med att policyutveckling, certifiering och framväxande marknader för kol- och biodiversitetsvärden får ökad betydelse, finns ett tydligt behov av praktiskt användbara metoder som kan integrera flera värden i skogsbrukets planering och ekonomi.

Den globala förlusten av biologisk mångfald är en av vår tids största miljöutmaningar. För skogslandskapet i Norden är utvecklingen nära kopplad till ett långvarigt och intensivt skogsbruk som har lett till minskad förekomst av gamla skogar, strukturell variation och naturliga störningsregimer. Samtidigt har skogen en central roll i klimatomställningen, både som kolsänka och som råvarubas för bioekonomi och energiomställning. Detta skapar ett behov av beslutsunderlag som möjliggör avvägningar och synergier mellan klimatnytta, biologisk mångfald och ekonomiska värden.

Mot denna bakgrund har projektets övergripande mål varit att utveckla och utvärdera modell som kan prediktera skogliga naturvärden samt sociala värden på bestånds- och landskapsnivå, med hjälp av tillgängliga digitala data. Ambitionen har varit att ta fram verktyg för inventering, värdering och visualisering som kan användas brett, av såväl stora som små skogsägare, och som kan fungera som ett komplement till fältbaserade inventeringar i strategisk planering, naturvård, rekreation och hållbar markanvändning. Med stöd i detta ska naturvärden kunna vägas samman med information om kolinlagring, sociala värden och ekonomiska utfall. På så sätt är resultaten även relevanta för Energimyndighetens arbete med hållbar bioenergi, klimatanpassning och systemperspektiv på mark- och resursanvändning.

2 Genomförande

2.1 Prediktion av skogliga naturvärden

Delprojektet genomfördes av ekologikonsulterna Greensway. Projektet inleddes med en litteraturgenomgång av befintliga inventerings- och karteringsmetoder för att skapa en förståelse för hur naturvärden mäts och vilken data som är viktigt vid utvecklingen av en modell. Därefter utvecklades en modell, som ska kunna skalas upp, för att förutse naturvärden med hög säkerhet.

Fältstudier genomfördes i fyra svenska landskap, belägna i både boreal och boreonemoral zon. Tillsammans omfattade dessa 2 272 skogsbestånd. För att fånga skillnader mellan olika skogliga miljöer delades bestånden in i fyra skogstyper: tallskog, granskog, barrblandskog samt lövblandad barrskog.

Tre huvudsakliga datakällor användes:

- **Öppna data**, såsom topografi, markfuktighet, klimatvariabler, avstånd till infrastruktur samt laserdata (LiDAR) som beskriver skoglig struktur och heterogenitet.
- **Data från skogsbruksplaner**, exempelvis beståndsålder, grundyta och andra beståndsegenskaper som samlas in i samband med planläggning.
- **Fältbaserade naturvärdesbedömningar**, där information om exempelvis död ved och naturvärdesträd fanns tillgänglig för en del av bestånden.

Naturvärde definierades binärt utifrån befintliga målklassningar: produktionsskog (målklassning PG eller PF) eller naturvärdesskog (målklassning NO eller NS). Detta val gjordes för att modellen skulle vara direkt kopplad till praktisk skoglig planering och de beslut som fattas kring brukande eller avsättning.

2.1.1 Modellering och analys

För prediktion av naturvärden användes Random Forest, en maskininlärningsmetod som lämpar sig väl för att hantera komplexa ekologiska data. Ett stort antal modeller testades, där olika kombinationer av datatyper jämfördes för att utvärdera:

- hur väl öppna data ensamt kan prediktera naturvärden
- i vilken utsträckning data från skogsbruksplaner förbättrar modellerna

- om data från naturvärdesbedömningar bidrar till att förbättra modellerna
- samt om en modell som är utvecklad i ett landskap kan appliceras på ett annat landskap

Modellernas utvärderades genom andel felklassificering. Utöver detta analyserades vilka variabler som bidrog mest till prediktionen av höga naturvärden.

2.1.2 Fältvalidering

Den modell som visade lägst felmarginal validerades genom fältinventering i två av landskapen. Resultaten jämfördes med tre etablerade fältmetoder för naturvärdesbedömning. Samtliga metoder standardiserades till en gemensam tregradig skala för att möjliggöra jämförelser.

2.2 Prediktion av skogars rekreationspotential

Ett centralt forskningsbidrag är översättningen av kvalitativa och kvantitativa preferensstudier till en rumsligt explicit modell. Tidigare forskning (Fredman et al. 2023; Lehto et al. 2025) har identifierat vilka skogliga egenskaper som påverkar människors upplevelser. Projektet har:

- Systematiserat dessa faktorer i ett indikatorramverk
- Definierat kvantifierbara gränsvärden
- Utvecklat en viktstruktur baserad på relativ betydelse i forskningslitteraturen
- Skapat en skalbar modell som fungerar på nationell nivå

Projektet har utvecklat ett GIS-baserat beslutsstöd för att uppskatta skogars rekreationspotential baserat på öppna nationella geodata. Metoden bygger på ett forskningsförankrat indikatorramverk där sex centrala faktorer; trädstorlek, skogstyp, markfuktighet, topografi, buller och angränsande markanvändning, kvantifieras och vägs samman till ett rekreationsindex.

Analysen genomförs med 10 × 10 meters upplösning och inkluderar även omgivande landskapseffekter genom analysfönster. Varje indikator standardiseras till en poängskala och viktas utifrån dess relativa betydelse enligt forskningsläget. Resultatet är ett jämförande index som möjliggör analys på både fastighets-, kommunal- och regional nivå.

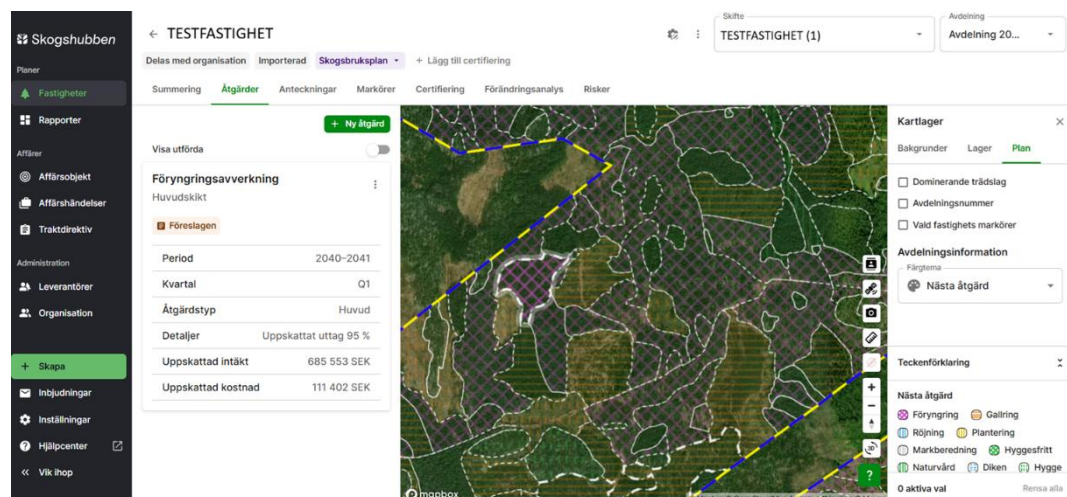
Projektet genomfördes i fyra steg: (1) kunskapssammanställning och konceptutveckling, (2) datainsamling och modelluppbyggnad i GIS, (3) kalibrering och testkörningar, samt (4) tillämpning och framtagande av kartunderlag. Metoden är transparent, reproducerbar och möjlig att uppdatera över tid.

2.3 Visualisering och värdering av skogens olika nyttor och värden

I denna delstudie användes en skogsfastighet belägen i Uppland som kalkylexempel. Studien genomfördes som en scenarioanalys med en tidshorisont på 30 år (2025–2054). En befintlig skogsbruksplan för fastigheten med knappt 3 700 hektar produktiv skogsmark användes som referensscenario för konventionell skötsel. Två alternativa skötselstrategier utvecklades;

- **Naturvärdesstrategi**, med fokus på biologisk mångfald.
- **Rekreativstrategi**, med fokus på friluftsliv och upplevelsevärden.

Planering och beräkningar genomfördes i den digitala plattformen Skogshubben. Ekonomiska utfall analyserades som nuvärdesnetto med 3 % kalkylränta. Klimatnytta analyserades genom modellering av utvecklingen av kolförråd i mark, död ved och levande biomassa.



Figur 1. Användargränssnitt i Skogshubben som visar ett exempel på en planerad slutavverkning och en karta över fastighetens avdelningar (bestånd).

2.3.1 Mål och studieupplägg

Skogshubben (Ecotype 2026) användes för att hantera fastighetens skogsbruksplan, redigera skötselåtgärder samt beräkna virkesutfall, kostnader och intäkter för samtliga avdelningar (bestånd). Skogshubben är en webbaserad SaaS (*Software as a Service*) -plattform som integrerar, analyserar och tillhandahåller skogsdata och omvandlar dessa till beslutsunderlag för bland annat värdering, skogsbruksplanering och skogliga affärer. Plattformen nyttjades även för att genomföra en klimatnyttanalyt av fastigheten. Analysen baseras på tillväxtmodeller som beräknar utvecklingen av kolförrådet under en 30-årsperiod och är verifierad för beräkning av klimatnytta.

Den befintliga skogsbruksplanen betraktades som ett referensscenario som representerar konventionellt svenskt trakthyggesbruk och baseras på de krav som anges i skogsvårdslagen, exempelvis lägsta tillåtna slutavverkningsålder för olika trädslag, ståndorter och län. Kalkylerna utgick från Skogshubbens defaultvärden för skogsvårds- och avverkningskostnader samt virkespriser, vilka är avsedda att vara representativa för studieområdet.

1. Tillämpa nyutvecklade metoder för att identifiera natur- respektive rekreativvärden baserat på öppna geodata.
2. Utforma alternativa skötselstrategier som främjar dessa värden på fastighetsnivå.
3. Kvantifiera de ekonomiska och klimatmässiga konsekvenserna av alternativa strategier jämfört med konventionellt trakthyggesbruk.
4. Analysera vad resultaten innebär i praktiken för skogsägare, rådgivare och beslutsfattare.

3 Resultat

3.1 Prediktion av skogliga naturvärden

3.1.1 *Prediktionsförmåga och skillnader mellan skogstyper*

Resultaten visar tydligt att modellens prediktionsförmåga varierar mellan skogstyper där tallskogar kunde predikteras med högst säkerhet. Den bästa modellen identifierade 85–91 % av tallskogar som tidigare klassats med höga naturvärden. För granskog, barrblandskog och lövblandad barrskog var prediktionsförmågan lägre, vilket huvudsakligen förklaras av att dessa skogstyper var mindre representerade i datamaterialet.

Ett centralt resultat är att modellens prestanda förbättras markant när data från skogsbruksplaner inkluderas, jämfört med modeller som enbart bygger på öppna data. Den största anledningen är att beståndsålder inkluderas i modellen.

3.1.2 *Beståndsålder som nyckelvariabel*

Beståndsålder framstod som den enskilt viktigaste variabeln för att förklara förekomst av höga naturvärden, särskilt i tallskog. Resultaten visar att tallskogar i åldersintervallet 105–120 år har en mycket hög sannolikhet att uppvisa höga naturvärden.

Förekomst av gamla träd och beståndsålder är bra indikatorer för biologisk mångfald i den boreala skogen (Wiersma and McMullin 2022, Hekkala et al. 2023b, Handegard et al. 2024). Även om andra variabler, exempelvis topografisk variation och krontäckningens heterogenitet, bidrog till modellens precision, var deras relativa betydelse betydligt mindre än ålderns.

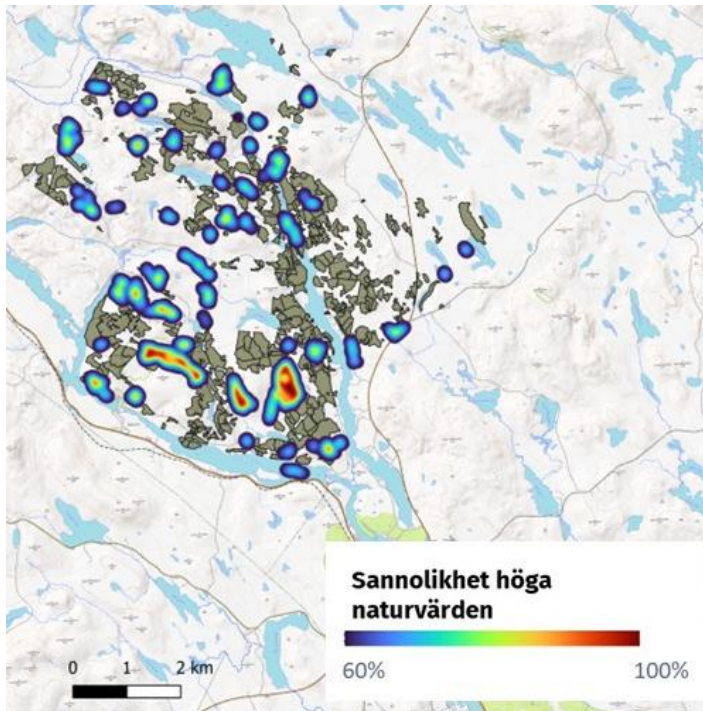
3.1.3 *Begränsat tillskott från naturvärdesbedömningar*

Ett oväntat resultat var att detaljerad information från naturvärdesbedömningar (t.ex. mängd död ved och antal naturvärdesträd) inte förbättrade modellernas prestanda i någon större utsträckning. En sannolik förklaring är att dessa data endast fanns tillgängliga för en begränsad del av bestånden, samt att informationen delvis överlappar det som redan fångas upp av beståndsålder och strukturella variabler.

3.1.4 *Landskapsperspektiv och rumslig fördelning*

På landskapsnivå visade resultaten att skogar med höga naturvärden ofta är rumsligt aggregerade i kluster. Dessa kluster kan vara relativt små, men har stor betydelse för konnektivitet och möjligheten att upprätthålla fungerande nätverk av livsmiljöer.

Analysen visade också att vilka variabler som är viktigast för att prediktera naturvärden kan variera mellan landskap. Detta talar för att landskapsspecifika modeller ger ett mer detaljerat och relevant beslutsunderlag än mer generella modeller.



Figur 2. Modell som pekat ut höga naturvärden kopplat till tall i ett landskap i norra Sverige

3.2 Prediktion av skogars rekreationspotential

3.2.1 Identifierade nyckelegenskaper för rekreationspotential

Beslutsstödet innefattar följande sex huvudindikatorer, varav några är uppdelade i underindikatorer:

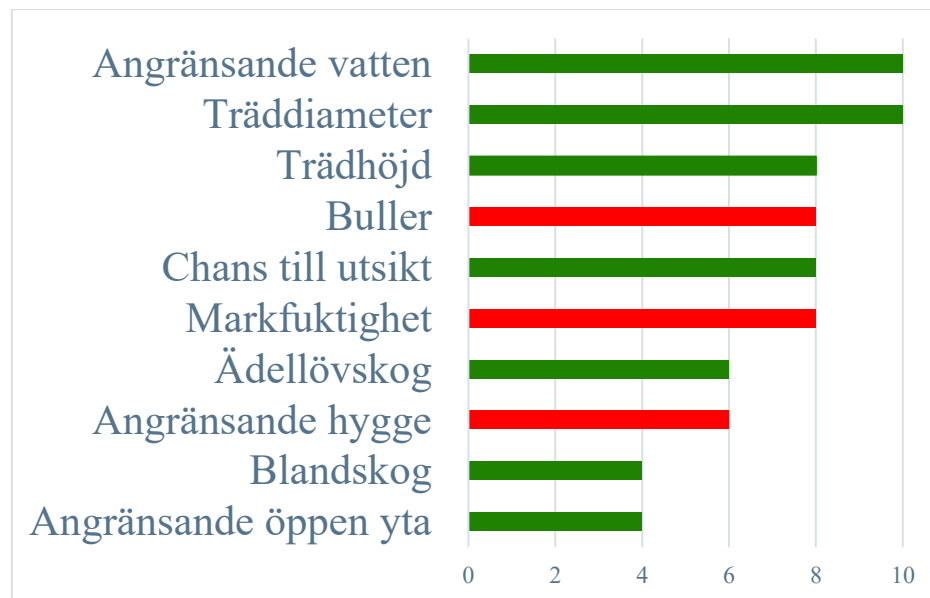
1. **Trädstorlek.** Större diameter och höjd är starkt positiva.
2. **Skogstyp.** Lövskogar och blandskogar föredras framför rena gran- och tallskogar och ger högre indexvärden. Ädellövskogar viktas särskilt upp.
3. **Markfuktighet.** Markens fuktighet påverkar både tillgänglighet och upplevelse. Torrare marker är generellt mer lättframkomliga och uppskattade, därmed penaliserar blötare marker i indexet.

4. **Topografi.** Långa siktlinjer och möjligheten till utsikt uppfattas positivt i friluftslivssammanhang. För att approximera detta beräknas ett topografiskt positionsindex (TPI), där skogens höjd jämförs med medelhöjden inom en radie av 100 meter.

5. **Buller.** Indikatorn baseras på modellerade bullernivåer från främst vägnätet, men även från punktkällor såsom industrier och flygplatser. Högre bullernivåer ger ett negativt bidrag till indexet.

6. **Angränsande marktäcke.** Närhet till öppna ytor såsom gräsmarker, myrar och vatten bidrar till variation och längre siktlinjer, vilket generellt upplevs positivt. Vatten ges särskilt hög vikt. I kontrast upplevs kalhyggen ofta starkt negativa, och skogar som angränsar till sådana ytor ges därför lägre värden.

Indikatorerna viktas enligt figur 3 för att beräkna det sammanvägda rekreatiionsindexet. Det sammanvägda indexet visar att rekreatiionspotential är en framväxande egenskap, det är kombinationen av flera faktorer som skapar höga värden, inte en enskild indikator.



Figur 3. Relativ viktning mellan indikatorerna i beräkningen av rekreatiionsindexet. För varje indikator multipliceras den relativa viktningen med den individuella poängen (0–10) som uppnås i respektive analysruta, varefter samtliga indikatorers bidrag summeras.

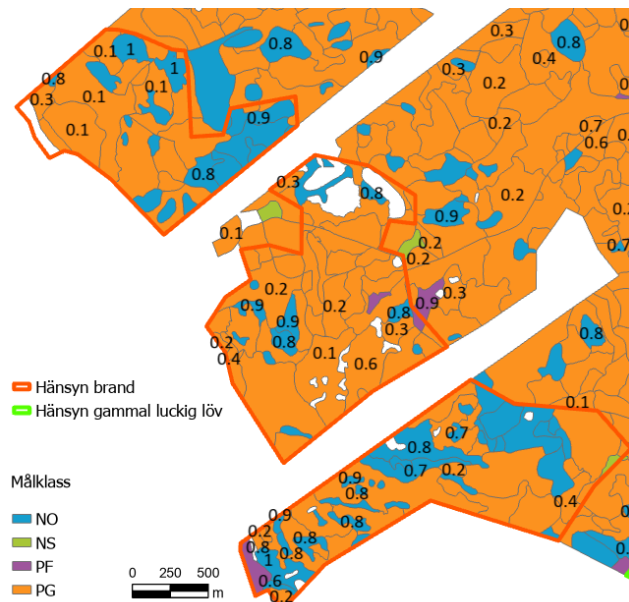
3.3 Visualisering och värdering av skogens olika nyttor och värden

3.3.1 Naturvärden

Den naturvärdesinriktade strategin omfattade cirka en tredjedel av fastighetens produktiva skogsmark. Åtgärderna bestod främst av hyggesfria metoder, förlängda omloppstider och omklassning till målklass naturvård med skötsel. Huvudresultaten i delstudien var att;

- Virkesvolymen minskade med 19 % inom hänsynsområdena och 5 % på fastighetsnivå.
- Nuvärdesnettot minskade med 42 % inom hänsynsområdena och 11 % på fastighetsnivå.
- Andelen gallrings- och hyggesfria åtgärder ökade kraftigt, vilket gav ett jämnare men lägre kassaflöde över tid.

Resultaten visar att riktad skötsel kan stärka förutsättningarna för biologisk mångfald, men att detta innebär tydliga ekonomiska konsekvenser när intäkter från slutavverkning skjuts fram i tiden.



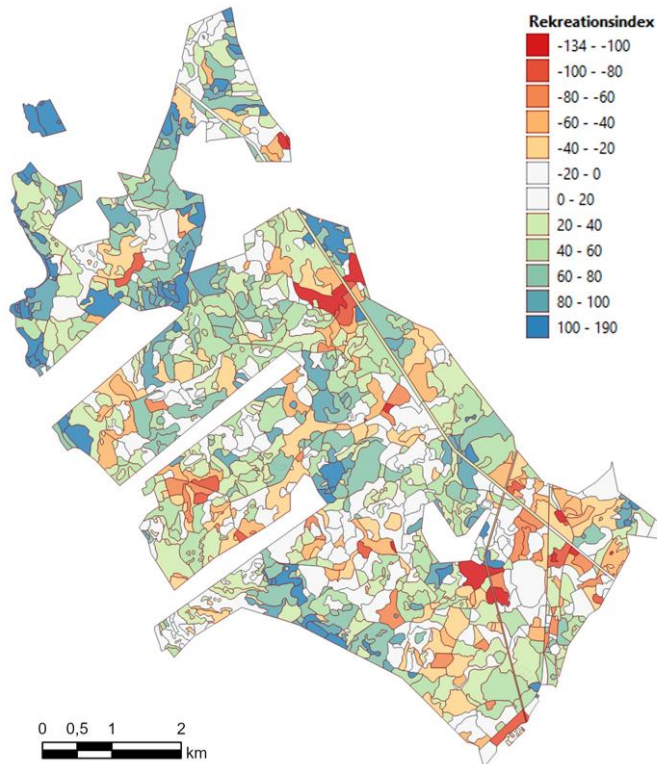
Figur 4. Målklasser för bestånd inom hänsynsområden, samt sannolikheten (0–1) för förekomst av höga naturvärden (begränsad till talldominerade bestånd) enligt metoden av Ekholm m.fl. (2026).

3.3.2 Rekreativvärden

Rekreativstrategin omfattade drygt 28 % av fastigheten och baserades på identifiering av områden med högt eller utvecklingsbart rekreativindex. Fyra typer av friluftsskogar avgränsades, med olika upplevelseprofiler. Huvudresultat i delstudien visar att;

- Virkesvolymen minskade med 24 % inom rekreativområdena och 13 % på fastighetsnivå.
- Nuvärdesnettot minskade med 44 % inom dessa områden och 24 % på fastighetsnivå.
- Skötseln präglades av färre och mindre hyggen, fler gallringar och längre omloppstider.

Resultaten visar att rekreativanspassad skogsskötsel kan planeras systematiskt med hjälp av kvantitativa index, men att även denna strategi innebär ett tydligt bortfall av traditionella virkesintäkter.



Figur 5. Tematisk karta över studiefastigheten med ett genomsnittligt rekreativindex (RI) för varje avdelning enligt metoden av Lehto (2025).



2026-02-24

2026-202960-0001

3.3.3 Klimatnytta

Klimatnyttoanalysen visade att:

- Konventionell skötsel gav snabbare uppbyggnad av kolförråd under de första 15–20 åren.
- De alternativa strategierna gav högre kolinlagringstakt på längre sikt.
- Efter 30 år hade de alternativa strategierna cirka 10 % högre totalt kolförråd än referensscenariot.

Detta resultat är starkt kopplat till förlängda omloppstider och större stående biomassa.

4 Diskussion

4.1 Prediktion av skogliga naturvärden

En central slutsats är att modellen kan användas som ett screening- och prioriteringsverktyg. Genom att i ett tidigt skede identifiera bestånd med hög sannolikhet för höga naturvärden kan fältinventeringar riktas dit de gör mest nytta. Detta kan minska kostnader och tidsåtgång samtidigt som kvaliteten i beslutsunderlagen förbättras.

Kartor över sannolikhet för naturvärdesförekomst på landskapsnivå ger nya möjligheter för strategisk naturvårdsplanering. De kan användas för att identifiera värdekärnor och spridningskorridorer, analysera konnektivitet mellan områden med höga naturvärden samt för att peka ut områden där restaurering eller anpassad skötsel kan ge stor ekologisk effekt. Det är viktigt att understryka att modellen inte är avsedd att ersätta fältbaserade inventeringar. Den ger sannolikheter, inte ett slutgiltigt resultat. Särskilt i bestånd som varken tyder på låga eller höga naturvärden är det viktigt med fältbedömningar.

Studien visar att det går att skapa modeller som med hög träffsäkerhet kan prediktera skogliga naturvärden. Detta utgör ett viktigt steg mot mer datadriven och kostnadseffektiv skoglig planering.

För framtiden finns stor potential att vidareutveckla modellen genom:

- större datamängder för mindre vanliga skogstyper,
- förbättrad kvalitet och standardisering av skogsbruksplanedata.

4.2 Prediktion av skogars rekreationspotential

Delprojektets kanske viktigaste praktiska implikation är att rekreationsvärden nu kan analyseras parallellt med produktionsvärden. Det innebär att skogsägare kan identifiera bestånd där hög rekreationspotential sammanfaller med låg produktionspotential, och därmed möjliga prioriteringsområden för social hänsyn. Det ger även att skogsbruksåtgärder kan planeras så att skogar med höga sociala värden hanteras med större försiktighet, samt att långsiktig skötsel kan riktas mot att öka trädstorlek och variation i strategiska områden. Indexet för rekreationspotential möjliggör därmed en mer strategisk differentiering av skogslandskapet. När indexet kombineras med data på var människor bor i relation till skogen kan analyser göras som jämför utbudet av rekreationsskog med efterfrågan. Detta är ett konkret verktyg för att operationalisera friluftslivsmålen i fysisk planering.

- Bullermodellens geografiska validering är ännu begränsad.
- Rekreationsinfrastruktur saknas i indexet.

Samtidigt är transparensen hög: samtliga indikatorer redovisas öppet, vilket möjliggör kritisk granskning och vidareutveckling. Projektet skulle även, efter vidare utveckling, kunna ligga till grund för nationell uppföljning av skogars rekreationspotential över tid och differentierade index för olika användargrupper.

4.3 Visualisering och värdering av skogens olika nyttor och värden

Resultaten visar tydligt att skötselstrategier som främjar natur- och rekreationsvärden innebär kortsiktiga ekonomiska avvägningar i form av minskat virkesuttag, fler och dyrare åtgärder samt lägre nuvärdesnetto jämfört med konventionellt trakthyggesbruk. Detta är en direkt följd av att slutavverkningar skjuts fram i tiden och ersätts av gallringar och hyggesfria metoder, vilket sprider intäkterna över en längre period och därmed sänker nuvärdet. Samtidigt understryker resultaten att sådana åtgärder behöver planeras strategiskt och i ett landskapsperspektiv för att ge maximal effekt på biologisk mångfald och konnektivitet, snarare än att genomföras isolerat på enskilda bestånd.

Rekreationsinriktad skötsel visar en liknande ekonomisk profil men bidrar till upplevelsekvantiteter som inte fångas i traditionella kalkyler, såsom förbättrad folkhälsa, ökad attraktivitet och lokalt nyttjande. Flera av de strukturella åtgärder som gynnar rekreation – längre omloppstider, ökad variation och högre andel löv – sammanfaller dessutom med åtgärder som kan stärka naturvärden, vilket pekar på potentiella synergier mellan sociala och ekologiska mål. Samtidigt medför längre omloppstider ökade risker för störningar, vilket tydliggör behovet av riskavvägningar mellan virkesproduktion, klimatnytta och andra värden.

Klimatanalysen visar att alternativa strategier initialt lagrar mindre kol än konventionell skötsel men på längre sikt ger ett högre kolförråd, främst genom större volym stående biomassa. Detta indikerar att skötselval påverkar klimatnyttan över olika tidsskalor och att längre omloppstider inte entydigt är den mest kostnadseffektiva klimatåtgärden när risker och substitutionseffekter beaktas. Samtidigt kan framtida marknader för kolkrediter skapa nya intäktströmmar som delvis kompenserar för minskade virkesintäkter och därmed förändra lönsamhetsbilden.

Studien belyser också viktiga begränsningar. Analysen fokuserar på direkta ekonomiska effekter och inkluderar inte monetär värdering av natur- och rekreationsnyttor, vilket sannolikt innebär att den totala samhällsnyttan



underskattas. Osäkerheter kopplade till långsiktig skogstillväxt, risker och interaktioner mellan åtgärder gör att planeringen behöver vara adaptiv och kompletteras med fältkunskap och dynamiska simuleringsverktyg.

4.4 Sammanfattande diskussion av projektresultaten

Tillsammans visar delstudierna att integrerade analyser av natur-, rekreations- och klimatvärden gör det möjligt att flytta fokus från beståndsnivå till landskapsstrategier där olika mål kan optimeras parallellt. Scenarioreultatet, med kortsiktiga ekonomiska avvägningar, men långsiktigt högre kolförråd i alternativa skötselstrategier, tydliggör kopplingen mellan skogsskötsel, klimatnytta och hållbar virke- och bioenergiförsörjning. Sammantaget visar resultaten att ett differentierat och kunskapsbaserat skogsbruk kan öka den samlade nyttan från skogslandskapet, men att detta kräver nya beslutsstöd, bredare värderingsramar och samordning mellan markägare och samhällsaktörer.

Projektet bidrar därmed med ett praktiskt ramverk för hur biomassa kan styras till områden med lägre konfliktnivå och hur andra delar av landskapet kan utvecklas för biodiversitet och sociala värden. Detta skapar bättre förutsättningar för transparenta och kunskapsbaserade avvägningar i skogsbruket och för ett energisystem där markanvändningen stödjer både klimatmål och andra samhällsmål.

5 Publikationslista

Ekholm, A., Montràs-Janer, T., Rubene, D., Ruete, A. & Widenfalk, L. Prediktion av skogliga naturvärden med öppna data, skogsbruksplaner och naturvärdesbedömningar. Rapport Greensway, 2026.

Fernandez Lacruz, R., Fridh, L. Planering för främjande av natur- och rekreativvärden. Arbetsrapport 1260-2026, Skogforsk. 2026

Lehto, C. Var finns den fina skogen? Ett beslutstöd för att kartera skogars rekreativpotential. Arbetsrapport 1261-2026, Skogforsk. 2026

Lehto, C. (2025). Från indikatorer till beslutstöd – ytterligare steg i arbetet med skogens sociala värden. Skogforsk kunskapsartikel 2025–70.

Iwarsson Wide, M. (2024). Insamling av data och utveckling av metodik för kartläggning av områden med höga sociala värden. Skogforsk kunskapsartikel 2024–42.

Webbinarier genomförda med markägaren Skogssällskapet den 11 december 2025, samt med Sveaskog den 22 januari 2026.

Projektet presenterat vid konferensen Forest innovation summit, San Fransisco 28 april-1 maj 2025, samt EFI 2025 Annual Conference, Prag 17-19 september 2025.

6 Referenser

Ecotype. (2026). Skogshubben - Nästa generations plattform för analys och planering av skogliga data. <https://www.skogshubben.se/> [2026-01-28]

Eliasson, L., Adolfsson, G., Ling, E. & Thor, M. (2025). Kostnader, intäkter, lönsamhet, produktivitet och kvalitet på utförda åtgärder i svenskt skogsbruk. Sammanställning av utvecklingen 1993–2024 som underlag till 2024 års skogspolitiska utredning. Skogforsk arbetsrapport 1231–2025.

Eriksson, P. (2025). Ecotypes Methods and Calculations - A general description of the Business-As-Usual Method, Growth Model and Carbon Calculations. Skogshubben (Ecotype AB). Opublicerad.

Handegard, E., I. Gjerde, R. Halvorsen, R. Lewis, K. O. Storaunet, M. Sætersdal, and O. Skarpaas. 2024. How important is Forest Age in explaining the species

composition of Near-natural Spruce Forests? *Forest Ecology and Management* 569:122170.

Hekkala, A.-M., M. Jönsson, S. Kärverno, J. Strengbom, and J. Sjögren. 2023a. Habitat heterogeneity is a good predictor of boreal forest biodiversity. *Ecological Indicators* 148:110069.

Fredman, P., Sirén, A., Lehto, C., Lindhagen, A., & Hedblom, M. (2023). Skogens rekreativvärden-en förstudie med förslag till indikatorer.

Lehto, C., Sirén, A., Hedblom, M., & Fredman, P. (2025). A conceptual framework of indicators for the suitability of forests for outdoor recreation. *Ambio*, 54(2), 184-197.

Lehto, C. (2024). The nature of human habitats. Revealing outdoor recreation preferences through landscape utilization. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*. Doctoral thesis No. 2024:30. Faculty of Forest Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences.

Länsstyrelsen i Jönköpings län (2015). *Ostörda områden-var finns de?: En GIS-modell för identifiering av bullerfria områden*.

Westerfelt, P. & Sörensen, R. (2024). Naturvård i ett landskapsperspektiv - Koncept till praktiskt beslutstöd. Skogforsk arbetsrapport 1199–2024.

Wiersma, Y. F., and R. T. McMullin. 2022. Are calicioids useful indicators of boreal forest continuity or condition? *Biodiversity and Conservation* 31:1647–1664