



# Fakta skog

Illustration: Mona Bonta Bergman. Foto: Tomas Lämås.

## Heurekasystemet - ett mångfacetterat system för skoglig analys och planering

Jeannette Eggers, Johanna Lundström, Tomas Lämås, Jonatan Årevall och Karin Öhman

Heurekasystemet visar de långsiktiga konsekvenserna – typiskt 30 - 100 år – av olika sätt att bruka skogen på en rad olika ekosystemtjänster och biologisk mångfald.

Virkes- och biobränsleproduktion, inlagring av kol och skogens potential för rekreation är exempel på ekosystemtjänster som hanteras.

Förutsättningar för biologisk mångfald beskrivs med avseende på faktorer som trädslag, skogens ålder och arealen potentiellt habitat för ett antal arter.

Bra handlingsalternativ – utifrån ställda målsättningar – kan sökas med såväl konsekvensberäknande som optimerande metoder.

Avvägningar kan göras mellan olika målsättningar vilket ger stöd för långsiktiga strategier eller utformning av policyer.

### Ett system med bred användning

Skogens många värden och den uppsjö av olika handlingsalternativ som finns för skogens brukande – tillsammans med de långa tidshorisonterna och de stora arealerna – gör att datorstöd är nödvändigt för skoglig analys och planering. Heurekasystemet är ett sådant beslutsstöd med vilket skogens utveckling kan skrivas fram på medellång och lång sikt (30–100 år). Olika inriktningar för skogens skötsel kan prövas och stöd ges för att finna efterfrågade resultat. Därmed ger systemet underlag för välgrundade



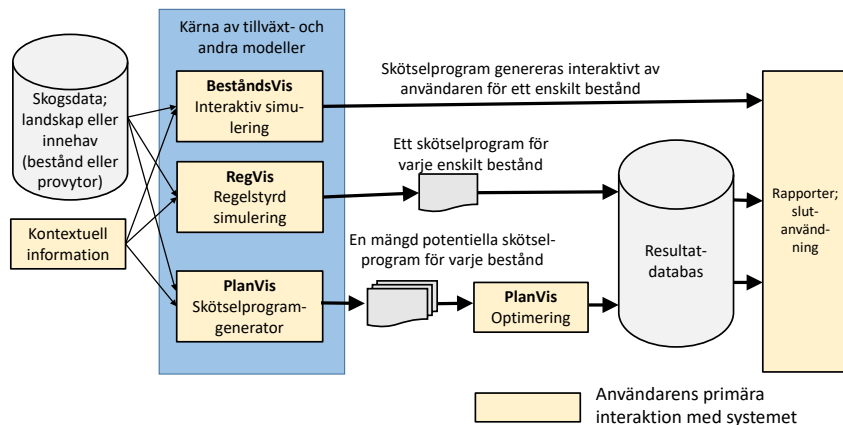
beslut om skogens skötsel. Systemet hanterar också olika skalor; från lokal till regional och nationell nivå. Systemet omfattar fyra olika programvaror varav tre hanterar trädskiktets dynamik och den fjärde är avsedd för flermålsanalys. Inom forskning används Heureka-systemet av en rad forskargrupper såväl inom som utanför SLU för olika analyser. Det är ett centralt verktyg i undervisningen i skoglig planering. Systemet används för rikstäckande skogliga konsekvensanalyser och analyser med systemet ingår också i internationell rapportering av skogens kolbalans. I det praktiska skogsbruket används Heureka-systemet av alla större och många medelstora skogsföretag för bl.a. långsiktig planering av skogens brukande.

### Programvaror som hanterar trädskiktets dynamik

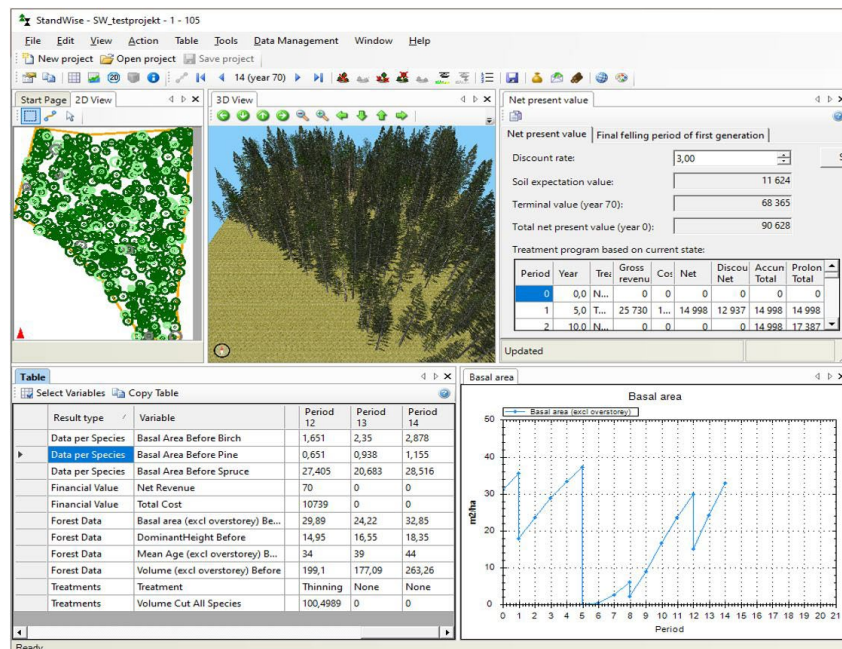
De tre programvarorna som hanterar trädskiktets dynamik kallas BeståndsVis, PlanVis och RegVis. De har flera gemensamma komponenter och de stora skillnaderna mellan dem är hur en analys genomförs och hur användaren interagerar med programvarorna (Figur 1).

**BeståndsVis** är en interaktiv programvara där användaren direkt styr åtgärder för skogsvård och avverkning för ett enskilt bestånd. Användaren stegar fram skogens utveckling i femårssteg och anger eventuella åtgärder (skogsvård och avverkning) i varje period (Figur 2). Åtgärder kan ångras genom att backa. En ”snabbspolning” finns också som alternativ där en förenklad optimeringsrutin utför framskrivning och bestämmer åtgärder. Förutom resultat i form av tabeller och diagram visas skogens utveckling även i 2D- och 3D-bilder. I 2D-vyn (kartvyn) går det även att rita in stickvägar i bestånden manuellt, alternativt låta programvaran göra ett systematiskt utlägg av dem.

I **RegVis** styrs åtgärder för skogsvård och avverkning inom analysområdet genom ett regelverk och prioritetsfunktioner för olika åtgärder. Skogens utveckling skrivs fram i femårssteg och eventuella åtgärder utförs i varje period. Användaren kan också specificera den virkesvolym över hela analysområdet, som ska tas ut i slutavverkning, gallring respektive selektiv avverkning i varje period. Alternativt kan användaren för



**Figur 1.** Principer för Heureka:s tre programvaror som hanterar trädskiktet. (Modifierat från Lämås m. fl. 2023).



**Figur 2.** Skärmdump från programvaran BeståndsVis. (Från Lämås m. fl. 2023).

varje period ange den andel av tillväxten i föregående period som ska avverkas.

**PlanVis** har två centrala komponenter; en skötselprogramgenerator och en optimeringsmodul. Ett skötselprogram är här en sekvens av skogsvårds- och avverkningsåtgärder (i steg om fem år) över hela den tidshorisont analysen avser (Figur 3). För varje behandlingsenhet – typiskt ett bestånd eller en provyta – genereras ett större eller mindre antal potentiella skötselprogram. Antalet är beroende på antalet möjliga kombinationer av åtgärder. Exempel på åtgärder som varierar är förnyringssätt, antalet och tidpunkter för gallringar och tidpunkter

för slutavverkningar. Fri utveckling, olika versioner av hygesfritt skogsbruk och naturvårdande skötsel kan också utgöra alternativ. Därefter väljs med hjälp av optimeringsmodulen det skötselprogram för varje behandlingsenhet som är bäst utifrån mål ställda för hela analysområdet (t.ex. fastigheten eller landskapet).

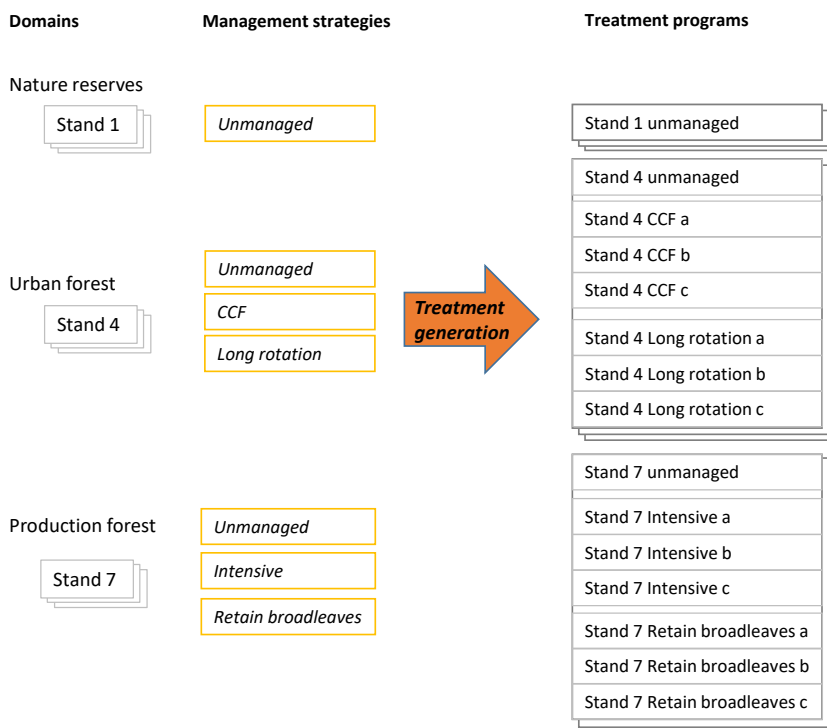
Samma skogliga indata kan användas av de tre programvarorna, t.ex. ett beståndsregister med tillhörande skogskarta eller data från SLU Riksskogstaxeringen. Kommer data från ett traditionellt beståndsregister, som innehåller beståndsmedelvärden, simulerar Heureka trädlistor utifrån en tänkt fördelning för trädens storlek.



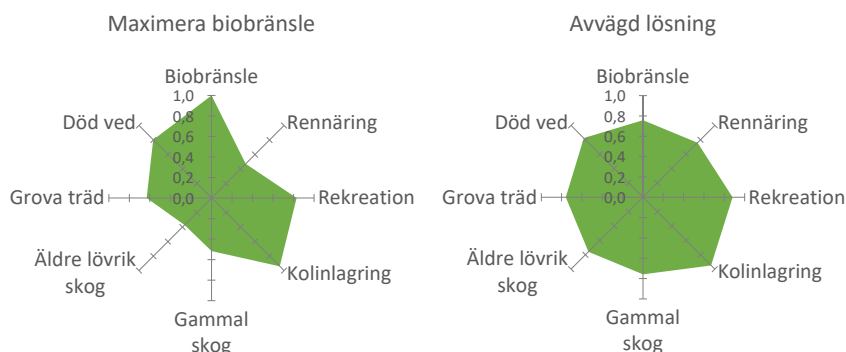
Treatment program	Period															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1				FF					CI							Th
2				FF					CI						Th	
3				SF			SF			SF			SF			SF
4			SF			SF			SF			SF			SF	

FF – final felling, CI – cleaning, Th – thinning, SF – selection felling

Figur 3. Exempel på generering av skötselprogram i PlanVis. (Modifierat från Eggers m. fl. 2020b).



Figur 4. Principen för hur domäner, skötselstrategier och skötselprogram hänger samman i PlanVis (CCF = Continuous Cover Forestry) (Modifierat från Eggers m. fl. 2020b).



Figur 5. Exempel avvägningar mellan skörd av biobränsle och andra skogliga värden. Studien gjordes för Västerbottens län (mer än 3 miljoner ha, data från Riksskogstaxeringen). Axlarna visar en indikator för varje värde. Till vänster utfallet om skörd av biobränsle maximeras, till höger visas den avvägda lösningen (avverkning av timmer och massaved lika stor i båda fallen). (Modifierat från Eggers m. fl. 2020a).

BeståndsVis, RegVis och PlanVis har en gemensam kärna med centrala modeller för att hantera trädskiktets dynamik. Den del som rör beståndsetablering och ungskog har bl.a. modeller för naturlig förnyring och plantering, skador i ungskog samt ungskogens höjdtutveckling. I etablerad skog (höjd mer än sju meter) finns modeller för grundytetillväxt, naturlig avgång och inväxning av nya träd. I modellkärnan ingår även modeller för hur olika åtgärder utförs och modeller för kostnader och intäkter. I RegVis och PlanVis kan skogen delas in i domäner, som är olika kategorier av skog beroende på beståndsegenskaper, såsom trädslag eller ålder (Figur 4). Domäner kan även skapas baserat på geografisk belägenhet som att placera bestånd nära vattendrag eller nära tätorter i egna domäner. För varje domän kan användaren ange inriktning för skötseln, som huruvida skogen ska lämnas för fri utveckling, skötas med traktthyggesbruk, naturvårdande skötsel eller med olika varianter av hyggesfritt skogsbruk.

Som resultat av en analys erhålls en stor mängd information som kan visas i diagram, tabeller och i RegVis och PlanVis även i form av temakartor (se Faktaruta resultatvariabler). Färdiga rapportmallar finns för en rad resultat, t.ex. för indikatorer kopplade till miljömålet levande skogar. Användaren kan enkelt skapa nya rapporter och även egna mallar. Det är också möjligt att göra avvägningar mellan olika målsättningar, som stöd för t.ex. långsiktiga strategier eller utformning av policyer (Figur 5).

I både RegVis och PlanVis kan vissa rumsliga aspekter hanteras, som kontroll över vilka bestånd som är grannar med vilka och vilka. I PlanVis är det därmed möjligt att styra avverkningar på ett sätt som begränsar den sammanhängande hyggesarealen. Inom specifika zoner, som mot vattendrag, registreras vilka delar av enskilda bestånd som ligger inom zonen. Dessa beståndsdelar kan i båda programvarorna särbehandlas vad gäller val av skötsel.

### Programvara för flermålsanalys

I många beslutssituationer räcker inte enbart kunskap i form av objektiva fakta, såsom enbart siffor för olika företeelser och värden utifrån ett visst planförslag. Beslutsfattaren måste också reflektera över sina egna och andra intressenters värderingar samt göra avvägningar

mellan olika aspekter av ett beslutet. Ett exempel är avvägning mellan mängden habitat för olika arter och möjligheten att avverka en viss volym. PlanEval är ett stöd i sådana situationer där det finns flera mål och ett flertal intressenter. Faktaunderlag till grund för en analys i PlanEval kan utgöras av ett antal olika planförslag eller scenarier framtagna med RegVis eller PlanVis. För en situation där flera intressenter ingår, som vid deltagandeplanering, finns även en webb-version av PlanEval.

### Uppbyggnad och förvaltning

Heurekasystemet är utvecklat vid SLU i programmeringsspråket C#. Systemet är fritt nedladdningsbart, i dagsläget dock inte som Open Source. För in- och utdatabaser används SQL Server och för GIS-funktionalitet används biblioteket DotSpatial. Andra tredjepartskomponenter är bl.a. verktyg i PlanVis för att bygga optimeringsproblemet och lösare (kommersiella såväl som fritt tillgängliga) som finns valbara för att lösa detsamma.

I dag har SLU via Programmet för Skogliga Hållbarhetsanalyser (SHA) ett långsiktigt ansvar att förvalta och vidareutveckla Heurekasystemet. Förvaltningen bekostas till stor del av ett antal externa intressenter, däribland myndigheter, skogsföretag och skogsägarföreningar.

#### Resultatvariabler

- Beståndsdata per trädslag, som grundyta, diameter, höjd, ålder, stamtal och volym
- Biomassa och kolmängd över och under mark per trädslag
- Mängden kol i marken
- Mängden kol i olika skogsprodukter från avverkning (inflöde, kollager, och utsläpp av CO<sub>2</sub>)
- Volym död ved per nedbrytningsklass och trädslag (tall, gran och löv)
- Löpande tillväxt och medeltillväxt (netto och brutto)
- Naturlig avgång (mortalitet) per trädslag och diameterklass
- Information om utförda åtgärder (skogsvård och avverkningar)
- Avverkade volymer (timmer, massaved och skogsbränsle per trädslag och avverkningsform)
- Periodvisa kostnader och intäkter samt nuvärde av skogsbruket (diskonterade nettointäkter)
- Känslighetsindikatorer för störningar (rotröta, storm och granbarkborre)
- Rekreationsindex
- Arean av potentiellt habitat för vissa arter (inkl. rumsliga aspekter, som fragmentering)
- Miljömålsindikatorer; arealer av skog med hög ålder, rikligt med död ved, grova träd samt äldre lövrik skog

**Ämnesord:** beslutsstödsystem, flermålsplanering, Heureka, konsekvensanalyser, skoglig planering, hållbarhetsanalyser

### >> Läs mer

Heurekasystemets hemsida

[www.slu.se/heureka](http://www.slu.se/heureka)

SHA:s hemsida [www.slu.se/sha](http://www.slu.se/sha)

**Eggers, J., Melin, Y., Lundström, J., Bergström, D., & Öhman, K. 2020a.** Management Strategies for Wood Fuel Harvesting - Trade-Offs with Biodiversity and Forest Ecosystem Services. Sustainability 12, 4089.

**Eggers, J., Öhman, K. 2020.** Eggers, J., & Öhman, K. 2020b. Overview of the PlanWise application and examples of its use. SLU, Inst. för skoglig resurshushållning. Arbetsrapport 514.

**Lämås, T., Sängstuvall, L., Öhman, K., Lundström, J., Årevall, J., Holmström, H., Nilsson, L., Nordström, E.-M., Wikberg, P.-E., Wikström, P., & Eggers, J. 2023.** The multi-faceted Swedish Heureka forest decision support system. Context, functionality, design, and 10 years experiences of its use. Frontiers in Forests and Global Change 6:1163105.

### Författare



#### Jeannette Eggers

Forskare  
Institutionen för skoglig resurshushållning,  
901 83 Umeå,  
[jeannette.eggers@slu.se](mailto:jeannette.eggers@slu.se)



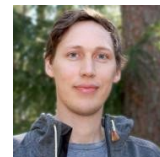
#### Johanna Lundström

Forskare  
Institutionen för skoglig resurshushållning,  
901 83 Umeå,  
[johanna.lundstrom@slu.se](mailto:johanna.lundstrom@slu.se)



#### Tomas Lämås

Docent  
Institutionen för skoglig resurshushållning,  
901 83 Umeå,  
[tomas.lamas@slu.se](mailto:tomas.lamas@slu.se)



#### Jonatan Årevall

Verksamhetsledare  
Institutionen för skoglig resurshushållning,  
901 83 Umeå,  
[jonatan.arevall@slu.se](mailto:jonatan.arevall@slu.se)



#### Karin Öhman

Professor  
Institutionen för skoglig resurshushållning,  
901 83 Umeå,  
[karin.ohman@slu.se](mailto:karin.ohman@slu.se)

### Fakta skog

ISSN: 1400-7789. Produktion: SLU, Fakulteten för skogsvetenskap 2024.

Ansvarig utgivare: [goran.ericsson@slu.se](mailto:goran.ericsson@slu.se).

Redaktör: [yiva.melin@slu.se](mailto:yiva.melin@slu.se).

Layout: [grafiskservice@slu.se](mailto:grafiskservice@slu.se).

Illustratör: Fredrik Saarkoppel, Kobolt Media AB.

