

RAPPORT SKOG

Alternativa skötselstrategier i tätortsnära skog

– En framtidsanalys för Sundsvalls kommun

Torgny Lind, Andrew Butler, Anders Granström, Björn Wiström, Hampus Holmström

| Sveriges lantbruksuniversitet

Nr 1 | 2022

Rapport Skog 2022:1

Författare: Torgny Lind ¹, Andrew Butler ², Anders Granström ³, Björn Wiström ⁴, Hampus Holmström ¹. ¹ Inst. för skoglig resurshushållning, SLU;

² Inst. för stad och land, SLU; ³ Inst. för skogens ekologi och skötsel, SLU;

⁴ Inst. för landskapsarkitektur, planering och förvaltning, SLU.

Vid citering uppge: Lind, T., Butler, A., Granström, A., Wiström, B. & Holmström, H. 2022. Alternativa skötselstrategier i tätortsnära skog - en framtidsanalys för Sundsvalls kommun. Rapport Skog 2022:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. 30 sidor.

Utgivningsår: 2022, Umeå.

Utgivare: SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning.

Ansvarig utgivare: Göran Ericsson, dekan, Fakulteten för skogsvetenskap.

Layout och textredigering: Mats Hannerz, Silvinformation AB

Grafisk form: Michael Kwick, SLU

Omslagsfoto: Utsikt från Södra Berget mot Norra berget i Sundsvall.

Anders Thorsell, FFPhoto bildbyrå.

ISBN: 978-91-576-9860-5 (elektronisk), 978-91-576-9859-9 (tryckt)

Förord

Många kommuner i Sverige är skogsägare och för de flesta kommunerna är en stor del av skogsinnehavet tätortsnära. Det kräver stora hänsynstagen i skogsbruket kopplat till sociala, biologiska och ekonomiska värden. Skogen har flera roller och en sådan som aktualiserades med de torra somrarna 2014 och 2018 är risken för skogsbrand och dess effekter nära bebyggelse. En annan roll som diskuteras livligt är skogens roll i klimatarbetet med sin stor kolmängd lagrat i träd och mark och möjligheten till att binda in kol.

Något som skiljer skog från många andra sektorer i samhället är långsiktigheten. Skog är ett ”trögt” system och effekter av ändrade strategier för skogens brukande och skogsskötsel syns gradvis och oftast först på längre sikt; från 10–20 års upp till 100 års sikt. För att kunna studera långsiktiga effekter krävs verktyg som kan beskriva skogens utveckling med olika skogsskötselstrategier. Detta kan göras med hjälp av så kallade scenarioanalyser där scenarier med olika mål utformas med olika strategier för skogsskötseln. Resultat från scenarioanalyserna kan sedan jämföras med varandra utifrån effekter för rekreation, kolbindning, ekonomi, brandrisker, etc. SLU kan idag tillhandahålla ett verktyg, Heureka, för sådana scenarioanalyser.

Sundsvalls kommun har ett stort innehav av tätortsnära skog och har under många år i allt högre grad anpassat sin skogsskötsel för att gynna sociala och biologiska värden. Detta har bl. a. bidragit till att kommunen blivit utsedd till Sve-

riges friluftskommun två gånger (2010 och 2018) och att den hamnade på delad andra plats 2021. Kommunen har också en ambition att hitta sätt att minska riskerna för skogsbrand nära bebyggelse, i samråd med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Detta innebär att kommunen har ett stort intresse att analysera skogens framtida utveckling utifrån många aspekter.

I detta projekt har Sundsvalls kommun och SLU samarbetat med att ta fram och utvärdera alternativa skötselstrategier för kommunens skog med hjälp av scenarieanalyser. Vi vill börja med att tacka följande personer från Sundsvall för ett mycket gott samarbete: Hans Asplund, Cecilia Andersson, Thomas Lindström och Fredrik Edlund. Ett tack riktas också till Harald Klein och Anna-Lena Axelsson vid SLU som finansierat projektet via Movium Partnerskap respektive SLU FOMA och som organiserat en avslutande Workshop. Slutligen vill vi tacka Jeannette Eggers för hjälp med indata.

Torgny Lind, Andrew Butler, Anders Granström, Björn Wiström och Hampus Holmström

Sveriges lantbruksuniversitet

Februari 2022

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	5
Summary	6
1 Inledning	7
1.1 Sundsvalls kommunskog	7
1.2 Skogsskötsel för olika mål	9
2 Material och metoder	16
2.1 Scenarioanalyser med Heureka	16
2.2 Indata	16
2.3 Scenarioanalyser - arbetsgång och förutsättningar	18
3 Resultat	21
3.1 Åtgärder	21
3.2 Skogstillståndets utveckling	22
3.3 Kol i träd och mark	22
3.4 Ekonomi	22
3.5 Sociala värden	23
3.6 Biologisk mångfald	24
4 Diskussion	25
5 Slutsatser	27
6 Referenser	28

Sammanfattning

Arealen tätortsnära skog är liten jämfört med den totala arealen skogsmark i Sverige men den är mycket viktig för många människor. Sundsvalls kommun äger idag nästan 5000 ha skog varav en stor del är tätortsnära skog. I kommunens strategi slås det fast att alla kommuninvånare ska erbjudas natur och friluftsliv i toppklass. Sundsvalls kommun har också blivit årets friluftskommun i Sverige två gånger.

Fokus för denna studie var att undersöka effekter av olika sätt att sköta den tätortsnära skogen med hjälp av det skogliga planeringsverktyget Heureka. Heureka skriver fram skogens utveckling på kort och lång sikt upp till 100 år baserat på skogens tillstånd och de skogsskötselåtgärder som görs. I studien simulerades skogens utveckling 100 år framåt med 5 definierade scenarier, vart och ett med olika mål och därmed utformning av skogsskötseln.

Scenario *Dagens skogsbruk* skriver fram ett skogsbruk som i möjligaste mån efterliknar den skogsskötsel som bedrivs idag. Scenario *Produktion* har som övergripande mål att producera virke med hög ekonomisk avkastning. Scenario *Vind* syftar till att skapa en skog som är mindre känslig för stormskador; detta eftersom Sundsvallsområdet historiskt sett drabbats hårt av stormskador. Scenario *Brand* syftar till att skapa skogar där risken för uppkomst och spridning av brand i närområden till bebyggelse minskar. Scenario *Social* syftar till att ytterligare förbättra den tätortsnära skogen ur rekreationssynpunkt.

Efter att ha samlat in relevanta data (skogliga data och kartdata) och bestämt förutsättningarna för respektive scenarios skogsskötsel simulerades utvecklingen av skogen med Heurekas applikation PlanVis. Heureka redovisar variabler som beskriver skogens tillstånd som ålder och trädslagsblandning, och utfall som avverkningsnivåer och nettointäkter för 5-årsperioder.

Resultaten visar att nettointäkter och avverkningsmöjligheterna blir klart lägre för scenarierna *Dagens* och *Social* jämfört med övriga scenarier. Detta innebär att de avkastningskrav som idag ställs på kommunens skogsbruk inte är möjliga att

uppfylla då övriga kostnader kopplat till skogsbruket som att ta bort riskträd, rensning av stigar, anpassade avverkningar, etc. är höga men nödvändiga för ett rekreativeanpassat skogsbruk.

Ett annat skäl är att nästan 1/3 av kommunens skog redan idag avsatts för naturvårdsändamål och därmed inte genererar några intäkter men bidrar till att bibehålla och öka den biologiska mångfalden. Virkesförrådet och volymen död ved ökar för alla scenarier men främst för *Dagens* och *Social* som följd av längre omloppstider. Både andel och volym lövträd ökar i zoner nära tätorter och bebyggelse i scenarierna *Dagens*, *Social* och *Brand*. Detta som följd av att lövträd i stor utsträckning lämnas kvar vid röjning och gallring.

Skogens lämplighet för rekreation uttrycks i en modell som ett index mellan 0 – 1. Rekreativeindexet för scenario *Dagens* och *Social* ökar över tiden, vilket indikerar att skogens värde för rekreation ökar. Detta gäller också till viss del *Brand*. Kolinbindningen i skog är högst för *Dagens* och *Social* beroende på att virkesförrådet ökar mest över tid och därmed mängden kol inbundet i träden. Andel gammal skog och mängd död ved är bra indikatorer för biologisk mångfald och båda dessa variabler ökar mest för scenario *Dagens* och *Social*.

Sammanfattningsvis så kan en anpassad skötsel av den tätortsnära skogen skapa och bibehålla viktiga miljöer för människor och djur men även minska risker kopplade till storm och brand.

Summary

Urban forests cover only a small proportion of the total area of forested land in Sweden, yet they are important for many people. The municipality of Sundsvall currently owns almost 5 000 ha of forest, a large part of which is urban forest. These areas are important for nature conservation and outdoor recreation, with the municipality's strategy stating that all local inhabitants should be offered nature and outdoor life of highest quality. Sundsvall municipality has twice been honored with the award of Swedish outdoor municipality of the year.

The focus of this study was to investigate the effects of different ways of managing the urban forest using the forest planning system Heureka. Heureka simulates forest development in the short- and long-term up to 100 years based on the initial state of the forest and the forest management measures applied. In the study, the development of the forest was simulated 100 years into the future based on 5 scenarios with different goals and management regimes.

The scenario *Today's forestry* simulates a forestry that, as far as possible, mimics the management that is carried out today in Sundsvall. The overall goal of the scenario *Production* is to maximize timber production for high economic return. Scenario *Wind* aims to create a forest that is less vulnerable to storm damage; as Sundsvall and surrounding area has historically been severely affected by storms. The aim of scenario *Fire* is the creation of a forests where the risk of the emergence and spread of fire to nearby built-up areas is reduced. While scenario *Social* aim is to further improve the urban forest from a recreational perspective.

After collecting data (forest data and map data) and determining the settings for each scenario's forest management, the development of the forest was simulated with Heureka's Application PlanWise. Heureka reports variables that describe the state of the forest such as age and tree species distribution, and outcomes such as harvest levels and net income for 5-year periods.

The results clearly show that net revenues and harvesting possibilities will be lower for the

Today's forestry and *Social* scenarios compared to the other scenarios. This means that the required rate of economic return currently imposed on the municipality's forestry are not possible to meet as other costs related to forestry such as removing risk trees, clearing paths, adaption of harvest, etc. are high but necessary for a recreational friendly forestry.

Another reason is that almost 1/3 of the municipality's forest has been set aside for conservation and thus does not generate any revenues but contributes to maintaining and increasing biodiversity. The growing stock and volume of dead wood increase in all scenarios, but mainly for scenario *Today's forestry* and *Social* as a result of longer rotation periods. The volume of broad-leave trees and proportion of deciduous trees are increasing in zones close to urban areas and close to buildings as a result of a forest management promoting increased deciduous species when cleaning and thinning in scenario *Today's forestry*, *Social* and *Fire*.

The suitability of the forest for recreation is expressed in the model as an index between 0 – 1. The recreation index for scenario *Today's forestry* and *Social* increases over time, indicating that the value of the forest for recreation is improving. This also applies to some extent for scenario *Fire*. Carbon sequestration is highest for *Today's forestry* and *Social* due to increase of growing stock over time and thus the amount of carbon sequestered in trees. The proportion of old forest and quantity of dead wood are good indicators of biodiversity, both of these indicators increase the most for the scenarios *Today's forestry* and *Social*.

In summary, adapted management of the urban forest can create and maintain the environment important for people and animals, while at the same time reducing the risks linked to storm and fire.

1. Inledning

Projektets övergripande mål var att hitta en balans mellan ekonomiska, ekologiska och socio-kulturella värden på lång sikt för en hållbar skötsel av tätortsnära skogar, samt att öka och sprida kunskapen om möjligheter med anpassad skötsel av tätortsnära skogar i ett föränderligt klimat. Detta innebär rekreation, kolinlagring, kulturella värden samt risker för brand- och stormskador.

De specifika delmålen var;

- Att belysa olika sätt att nyttja tätortsnära skogar genom att ta fram ett antal skötsel-scenarier och visa hur scenarioanalyser, där ekonomiska, ekologiska och socio-kulturella värden balanseras, kan fungera som kunskapshöjande beslutsunderlag.
- Att öka SLU:s samverkan med externa aktörer.
- Att utveckla kommunernas användning av skogliga hållbarhetsanalyser.
- Att diskutera frågor om samhällsplanering och riskhantering för både bebyggelse och skog i övergångszonen mellan dessa.

För vardagsmotionären, hundägaren eller förskoleklassen förändras inte skogsupplevelsen ifall skogen är detaljplanelagd eller inte, men för den kommunala skogsförvaltaren gör det en stor skillnad. Den detaljplanelagda skogen faller under plan- och bygglagen medan övrig tätortsnära skog ligger under skogsvårdslagen. Den detaljplanelagda skogen är normalt allmän platsmark, planlagd som Natur med eller utan preciseringen Skog, men även Park kan förekomma i äldre planer. Detta innebär att marken är planerad för att användas som naturområde och att *”En allmän plats som regleras som natur sköts inte mer än enligt skötselplan eller genom viss städning”*.

Enligt Boverkets Handbok om plan- och bygglagen (fr.o.m. 2016) specificeras att områden planlagda som Natur får skötas enligt skötselplan eller ortens sed vilket kan innefatta röjning och avverkning. Dock anges också att *”Vänligt skogsbruk kan inte bedrivas inom detaljplanerat område med användningen natur”* (Boverket. 2021). Icke

detaljplanelagd skog som ägs av kommunen kan däremot skötas som vilken annan skog som helst så länge som man håller sig inom skogsvårdslagen.

Kommunens invånare vill ofta ha ut mer av sin skog än enbart en ekonomisk avkastning till den kommunala budgeten. Därför behöver skötseln av den tätortsnära skogen ofta mer eller mindre anpassas till detta. Anpassningar leder dock ofta till ökade kostnader och minskade intäkter. Den kommunala skogsförvaltaren måste således balansera mellan en rad olika aspekter där intäkter från gallringar och avverkningar måste vägas mot bland annat sociala och rekreativa värden som efterfrågas av kommunens invånare. Skog och träd är dock långsamma system där resultatet av våra handlingar ofta inte syns förrän om flera årtionden. För politiker och förvaltare behövs därför väl underbyggda beslutsunderlag som visar hur olika krav och inriktningar på skogsskötseln påverkar skogens och dess värden över tid.

1.1 Sundsvalls kommunskog

Inom Sundsvalls kommun täcker skog idag en väsentlig del av kommunens landyta. Hela 75 % utgörs av produktiv skogsmark. Enskilda privata skogsägare och aktiebolag äger 97 % av arealen. Kommunen och Region Västernorrland äger drygt 1,5 % medan resterande 1,5 % ägs av övriga, som kyrkan och allmänningar.

Sedan 1950-talet har trakthyggesbruk tillämpats oavsett ägare. Successivt har allt större hänsyn till biologisk mångfald tagits med i skogsskötseln, exempelvis att lämna enskilda eller grupper av värdefulla naturvårdsträd vid avverkning. Vattendrag skyddas genom att zoner kring dessa sparas vid avverkning. Även andelen reservat har ökat markant över tid.

Sundsvalls kommunfullmäktige antog 2018 en Natur- och friluftsplan (Sundsvalls kommun 2018) som innehåller vision, mål och strategier. Det är ett övergripande styrdokument för naturvård och friluftsliv och har en vision: *”Sundsvalls kommun ska erbjuda natur och friluftsliv i toppklass för alla kommuninvånare och besökare samt en varierad och rik natur för djur- och växtlivet.”* Planen har sex

huvudmål där två första målen har stark koppling till kommunens skogar.

Det första målet "Rika natur- och friluftsupplevelse" innebär att alla som vistas i kommunen ska ha tillgång till ett rikt friluftsliv och rika naturupplevelser i närområdet. I strategin för att uppnå detta ingår bl.a. att de kommunägda, tätortsnära skogarna ska förvaltas med utgångspunkt i att stärka möjligheter för friluftsliv, klimatanpassning och biologisk mångfald. Det andra målet "Ökad biologisk mångfald" innebär att kommunen tar sitt ansvar för biologisk mångfald på alla nivåer inom verksamheterna.

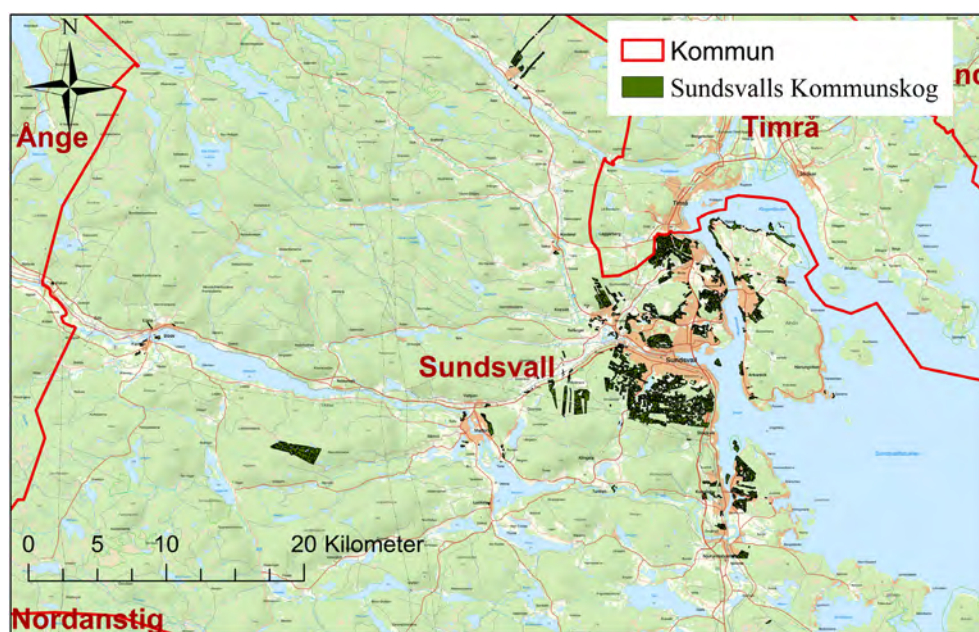
Sundsvalls egen kommunskog (figur 1) har en areal av ca 5000 ha, varav ca 3950 ha är produktiv skogsmark och är certifierad enligt FSC (FSC 2020) sedan 1998. Den produktiva skogsmarken är idag fördelad som produktionsskog (ca 59 %) och resterande i reservats-/rekreations skogar (ca 41 %). Detta för att tillgodose kommuninnevånnas behov av rekreation, friluftsliv och utbildning samt vara markreserv för samhällsutbyggnad och att skapa sysselsättning. I tätortsnära lägen väger detta tyngre jämfört med kravet på ekonomisk avkastning.

Sundsvalls kommuns produktiva skogsmark uppgår totalt till ca 3950 ha (figur 1). En stor del

av skogsmarken ligger inom och i anslutning till Sundsvalls stad och andra tätorter i kommunen. På grund av den tätortsnära placeringen genomförs allmänna och lokala samråd före nästan alla mark- och skogsåtgärder, vilken tar upp en stor del av tiden i det vardagliga planeringsarbetet för kommunskogarna. Skogssällskapet (kommunens driftförvaltare), Skogsstyrelsen, Länsstyrelsen, Kultur/fritid, Miljökontoret, föreningar, skolor samt de boende i närområdet är parter som på ett eller annat sätt påverkar skogsskötseln. Många medborgare ser skogen närmast sitt boende som sin "egen lilla skogsplätt" och har därför synpunkter kring om den blir skött på rätt sätt utifrån deras värderingar.

Den ekonomiska avkastningen från skogen var högre tidigare än idag. En anledning är ökad areal skog avsatt för biologisk mångfald. En annan orsak är de två stora stormarna (år 2011 och 2013) som drastiskt påverkat innehavet av äldre skog. Efterarbeten samt upprustningen av den nya skogen har kraftigt påverkat ekonomin. Stora ungskogsröjningar har inletts för att trygga skogens framtida värden såväl för produktion som rekreation.

Satsningar för att få en mindre stormkänslig skog har inletts och kommer så att fortsätta under lång tid. Detta resulterar i att arealen bland-



Figur 1. Sundsvalls kommuns skogs geografiska läge.

skog ökar, vilket även bör minska brandrisken. Högre lövinslag premieras ju närmare bebyggelsen skogen är belägen. Kommunen prioriterar också att omvandla vissa skogspartier, som tidigare varit odlingsmark men som vuxit igen, till öppna marker som ska gynna biologisk mångfald, landskapsbilden och jordbruket. Detta eftersom jordbruksmark i framtiden kan bli en bristvara. Skogsmarken kommer också fortsättningsvis att vara viktig både för skogsindustrin, jakt, friluftsliv och som markreserv för bebyggelseutveckling. Skogen producerar förutom virke och papper även biobränsle i en ökad omfattning.

Till följd av de senaste årens utveckling behöver kommunens skogspolicy uppdateras, något som skall genomföras inom de närmsta åren. Den här studien kan ses som ett underlag för arbetet med en uppdaterad skogspolicy.

1.2 Skogsskötsel för olika mål

Skogens utveckling och tillstånd kan formas via skogsskötselåtgärder för att uppnå olika mål med skogsbruket. I detta projekt har några mål som är aktuella för Sundsvalls kommuns skogar och dess koppling till skogsskötseln studerats närmare. Detta ligger sedan till grund för utformningen av de scenarier som analyserats.

1.2.1 Bättre rekreationsskog

Generellt uppskattar många vuxna skogsbesökare äldre blandskog med många grova äldre träd och en variation av olika trädslag samt en relativt god genomsikt (Ribe 1989, Gundersen & Frivold 2008). Det som brukar gillas mindre är tät ungskog som är svår att både gå och se igenom, samt uppenbara spår av mänsklig störning såsom körskador, stora kalhyggen, markberedning, nerskräpning, kvarlämnat ris etc. (Ribe 1989; Gundersen & Frivold 2008). Alltför hastiga förändringar utan förvarning är inte heller önskvärda; att få sin vardagspromenad förändrad från gammal granskog till ett kalhygge är sällan uppskattat (tex. Wiström m.fl. 2019).

Vår upplevelse av skogen varierar dock stort från individ till individ och påverkas också av bakgrund, utbildning och information (Ribe 1989). Som exempel har en förståelse för död veds betydelse för den biologiska mångfalden ofta en effekt på hur den upplevs av besökaren (Gundersen m.fl. 2017). På samma sätt kommer en gallring utan nå-

gon föregående information till skogens brukare ofta bemötas annorlunda gentemot om skötseln föregåtts av information som förklarar bakgrunden för ingreppet. Information och kommunikation med skogens brukare är därför en central del av tätortsnära skogsskötsel (Konijnendijk 2000).

Vår ideala bild av skogen förändras också beroende på om vi är där för att spana efter fåglar, plocka bär eller ta en motionstur på vår mountainbike eller häst (Ribe 1989, Eriksson & Nordlund 2013). Ger man sig in i skogen med barnens blick så blir det något helt annat, kvarlämnat ris blir lätt en skattkista för kojbyggaren och det täta snåret perfekt för kurragömma eller kojbygge (Fjortoft & Sageie 2000).

Att tillgodose alla dessa önskemål och behov är självklart en grannlaga uppgift och kräver en skötsel som eftersträvar variation både i de stora dragen i landskapet såväl som detaljerna kring enskilda element som träd och stigar (Nielsen m.fl. 2005, Gustavsson m.fl. 2019). För att lyckas med skötseln måste således inte bara skötsel av skogsbestånden tas i beaktning utan även skötsel av stigar, enskilda träd, platser och andra element som t.ex. grillplatser och stenmurar. Omvårdande kring detaljerna är ofta det som avgör om besökaren känner tillhörighet till platsen (Gustavsson & Peterson 2003, Gustavsson m.fl. 2019). Få saker förtar naturupplevelsen så mycket såsom nedskräpning medan en framröjd fornlämning inne i skogens mörker eggat fantasin och en siktröjning längs stigen gör att fler vågar sig ut i skogen (t.ex. Gustavsson & Fransson 1991, Nielsen m.fl. 2012, Jansson m.fl. 2013).

Att kunna få med alla dessa detaljer i en scenarioranalys är dock inte möjligt utan vi får bara konstatera att de inte får glömmas bort när vi fattar beslut om hur den tätortsnära skogen ska skötas. Vi presenterar därför endast några grova allmänna drag kring skogsskötsel på beståndsnivå för ökade sociala värden. Med detta sagt är det också viktigt att komma ihåg att grova riktlinjer måste anpassas till den enskilda skogens platsspecifika egenskaper och dess användare där det unika och särpräglade bör prioriteras högt (Gustavsson & Peterson 2003, Gundersen & Frivold 2008). I denna sammanställning, baserad på Sundsvall kommuns förvaltares önskemål och kontext, utgår översikten från ett högskogsbruk med trakthyggen som kompletteras med hyggesfria metoder. Självklart kan man också

Högskog och lågskog

Merparten av Sveriges skogslandskap sköts som högskogsbruk där träden oftast med ursprung i frö (planterade eller naturligt föryngrade) får växa sig höga och skördas när de nått grövre dimensioner, till skillnad från låg- och medelskogsskötsel som istället utnyttjar lövträdens förmåga att föryngra sig själva via stubb- och rotskott när de skördas (Troup 1928, Henriksen 1988). Omloppstiden vid ett sådant stubbskottsbruk är normalt kortare än vid högskogsbruket vilket gör att träden aldrig hinner växa sig höga, därav namnet lågskog (Henriksen 1988). De kortare omloppstiderna ger upphov till material med små dimensioner som är lätta att hantera manuellt, vilket innan industrialiseringen och mekanisering av skogsbruket var fördelaktigt i många sammanhang (Henriksen 1988; Buckley & Mills 2015). Medan lågskogsbruket producerar gott om ved och stängslingsmaterial, ger det inget uttag av grövre timmer till t.ex. hus och äldre tiders båtbyggen. Av denna anledning kom det att utvecklas en typ av kombination mellan lågskogsbruk och högskogsbruk, så kallat medelskogsbruk, där ett mindre antal större träd (oftast från fröursprung) får växa upp ovanför lågskogen (Troup 1928, Buckley & Mills 2015). Detta benämns också ofta som lågskog med överståndare, där det lägre skiktet drivs som ett stubbskottsbruk med dess korta omloppstider och trädskiktet som en typ av högskogsbruk med tillhörande längre omloppstider (Henriksen 1988). Precis som det inom högskogsskötseln finns olika system finns det också inom låg- och medelskogsskötsel olika varianter och modifikationer av systemen (Troup 1928). Genom att låg- och medelskogsskötsel i grunden bygger på olika varianter av stubbskottsbruk som tyvärr är svåra att simulera i Heureka så lämnas dessa bruksformer utanför denna genomgång med ett påpekande om att det bör ingå som viktiga utropstecken och variationskapare i det tätortsnära skogsbruket.

vända på utgångspunkten och i stället utgå från främst hyggesfria metoder och komplettera med trakthyggesbruk beroende på kontext och målbilder. Ytterligare bör understrykas att olika former av medel- och lågskogsskötsel är ytterst relevant för tätortsnära sammanhang, inte minst i direkt anslutning till bebyggelse och olika kantzoner (Rydberg & Falck 2000, Wiström 2015).

1.2.1.1 Artsammansättning och beståndstruktur

Genom att vår upplevelse av skogen påverkas av så många olika aspekter är det svårt att jämföra olika trädslag ur ett rekreativt perspektiv. Många studier pekar på att tall generellt föredras framför gran (Felton m.fl. 2020) och att inslag av lövträd är positivt (Ribe 1989), men också att kontext och funktion är avgörande för upplevelsen. Gran som skymmer sikten längs en stig gentemot gran som döljer industribyggnad i skogens utkant kommer med stor sannolikhet att värderas olika (Hannerz m.fl. 2016; Felton m.fl. 2020). Generellt uppskattas variation också bland trädslag, men troligen minst lika viktigt är en variation av olika typer av

bestånd med olika trädslag som dominerar i olika utsträckning (Ribe 1989, Nielsen m.fl. 2005, Filyushkina m.fl. 2017).

Denna landskapliga variation är svår att fänga i studier som ofta fokuserat på enskilda bestånd och inte på hur vi faktiskt upplever och använder skogslandskapet (Ribe 1989). Ett landskap med samma typ av blandskog kommer troligen att upplevas som mindre variationsrikt (Axelsson-Lindgren & Sorte 1987, Filyushkina m.fl. 2017) och troligen också i många fall innehålla ett mindre antal arter än ett landskap men en rik blandning av olika typer av skogsbestånd (Stein m.fl. 2014, Heinrichs m.fl. 2019). Som utgångspunkt bör därför inte målet vara att enbart tillskapa stor variation på beståndsnivå utan även en variation mellan olika typer av bestånd (Gustavsson m.fl. 2005, van der Wal m.fl. 2014, Wiström m.fl. 2019). Exempelvis kan en variationsrik blandskog utgöra stommen där sedan inslag av andra skogstyper som fullskiktade bländningsskogar och pelarsalar av nästan enbart tall eller björk skapar variation och tillgodoser olika funktioner och behov (Gustavsson & Ingelög 1994, Nielsen m.fl. 2005).

1.2.1.2 Avverkning och föryngring

Överlag uppskattar vuxna människor äldre skog vilket gör att långa omloppstider är positivt och bör eftersträvas (Ribe 1989, Gundersen & Frivold 2008). Stora hyggen brukar upplevas som negativa medan mindre och väl terränganpassade hyggen ofta upplevs som mindre störande (Gundersen & Frivold 2008). Markberedning, särskilt om den påverkar framkomligheten, upplevs som negativt; mineraljord blir synlig och marken ser störd ut (Ribe 1989, Gundersen & Frivold 2008). En hög andel naturlig föryngring tillsammans med grönsplantering eller väldigt skonsam markberedning kan därför vara att föredra i vissa fall men måste vägas mot att det då kan dröja en längre tid för att återetablera en skogsmiljö angenäm att vistas i (Hannerz m.fl. 2016). Att bibehålla en större andel av krontäckning är ofta också något som upplevs positivt, vilket gör att föryngring med skärm är intressant speciellt om en större andel av skärmmträden kan få växa in beståndet (Koivula m.fl. 2020). Att öka andelen naturvärdesträd är generellt positivt genom att det långsiktigt ger fler grova och äldre träd i bestånden vilket ofta uppskattas (Ribe 1989, Gundersen & Frivold 2008).

Något som ofta anses förfulande och också försämrar framkomligheten är avverkningsrester (Ribe 1989, Gundersen & Frivold 2008), varför tillvaratagande av dessa är positivt, dock ej stubbrytning som initialt ger liknande störande intryck som kraftig markberedning (Hannerz m.fl. 2016).

1.2.1.3 Røjning

Generellt finns det en stor potential att tillskapa variation och kontrast både mellan och inom bestånden vid røjningen, som bör tas tillvara genom att undvika alltför schablonmässiga insatser (Rydberg & Falck 1998). Efter en avverkning är det viktigt att försöka få tillbaka skogskänslan så fort som möjligt. Därför kan det finnas en poäng med att gynna en större andel snabbväxande löv och tall i røjningarna genom att en snabb höjdtillväxt och kvistresning snabbt ger en skog att titta och röra sig igenom (Rydberg & Falck 1998, Hannerz m.fl. 2016, Wiström m.fl. 2019). Vid speciellt viktiga stråk och stigar kan denna process snabbas på ytterligare genom stamkvistning. Granen kan med fördel få komma in senare eller sparas i grupper där stråk med t.ex. björk ger en god genomsikt

och även möjlighet för spontana promenadstråk (Heyman 2010, Jansson m.fl. 2013, Hedwall m.fl. 2019).

Få och hårda røjningar leder lätt till ett stort uppslag av stubb- och rotskott vilket minskar genomsikten och därför är det ofta en idé att røja en extra gång och då svagare initialt för att undvika detta (Wiström m.fl. 2009, Hannerz m.fl. 2016). Fler och svagare røjningar bör också göra så mängden visuellt störande ris från røjningen minskar och bryts ner snabbare. Många tätortsnära skogar har ett lägre betestryck (Angelstam m.fl. 2017) vilket gör det möjligt att öka inslaget av beteskänsliga arter som tex rönn, ek och sälg. Exempelvis kan en lågskog av rönn skapa extra variation och en mjuk övergång mot lägre bebyggelse medan en ljus pelarsal av asp ger kontrast och rymd åt en blandskog med tall och gran (Rydberg & Falck 1998, Wiström m.fl. 2019).

1.2.1.4 Gallring

Genom att en skog som är relativt lätt att se och gå igenom ofta uppskattas samtidigt som tecken på störning och stora förändringar inte gör det, bör gallring generellt göras relativt tidigt och ofta (Gundersen & Frivold 2008, Hannerz m.fl. 2016). Detta för att snabbt tillskapa en mogen karaktär med relativt god genomsikt utan att gallringsinsatserna märks alltför tydligt. Gallras skogen mer sällan blir ingreppen ofta kraftigare och synligare med en ökad risk för uppslag av sly och ogräsrattade växter som brännässla och hallon (Gustavsson & Fransson 1991, Konigen 2004). Av samma anledning är det viktigt att körskador och liknande undviks genom god planering och anpassade metoder (mindre och smidigare maskiner etc.).

Ofta kan mycket vinnas på en god landskapsanpassning av stickvägar och slingerstråk där en enkel vinkling bort från det spikraka ger ett mer naturligt intryck. Ett exempel på hur körskador kan undvikas är också att samordna körvägar för transport med t.ex. skid- och motionsspår. Genom att anlägga dessa som bärkraftiga skogsbilvägar kan goda synergieffekter uppstå, vilket redan prövats i Sundsvall.

Precis som för røjningen finns det en stor möjlighet att tillskapa variation inom och mellan bestånd genom gallring, dock är flexibiliteten något lägre genom att träden är färre och art- och beståndstruktur redan delvis bestämd av hur røj-

ningen gjorts. Rönjning av underväxten inför och mellan gallringar kan delvis göras för att underlätta själva gallringen men är också ett sätt att skapa en mer variationsrik skog med bättre genomsikt där det behövs (Gustavsson 1986, Gustavsson & Fransson 1991, van der Wal m.fl. 2014). Möjligheterna är stora att med relativt små medel skapa stor variation och mindre slyuppslag genom att i rönjningen av underväxten gynna enskilda småträd, grupper eller på bördigare mark ett mer sammanhållet mellanskikt av buskträd som t.ex. rönn och hassel (Gustavsson 1986, Wiström m.fl. 2009). Av samma anledning bör schablonmässig total underrönjning undvikas (Hannerz m.fl. 2016).

1.2.2 Stormsäkrare skog

Vind är den störningsfaktor som orsakar störst skador på skog i europeiskt skogsbruk (Gardiner m.fl. 2010). Stormskador varierar mycket mellan år, men statistik tyder på att vindfällning har blivit vanligare i Sverige (figur 2). Det är vanligare med stormskador i södra Sverige än i norra Sverige (Nilsson m.fl. 2004). Att stormskador kan ha ökat kan bero på att klimatet har ändrats, att skogen blivit mer sårbar eller kombinationen av dessa. Exempelvis har volymen stående skog ökat, speciellt i södra Sverige, och ett varmare klimat med mildare och blötare vintrar som kan leda till minskad sta-

bilitet då skogsmarken sällan är tälad.

Risken för stormskador kan påverkas genom val av trädslag, omloppstidens längd, rumslig planering och skötselåtgärder (främst gallring och rönjning). En studie som utvärderade risk för stormskador baserat på skogens tillstånd före och efter Stormen Gudrun 2005 visade att risken för stormskada minskade om inblandning av andra trädslag än gran ökar, och då främst av lövträd. Detta kan delvis bero på att stormar ofta inträffar då lövträd är avlödade. En ökad trädhöjd och ålder ger också mer än dubbelt så hög risk för stormskada för 90-åriga bestånd jämfört med 50-åriga. I ännu äldre bestånd minskar risken för skador troligen för att dessa bestånd inte gallrats sedan lång tid tillbaks (Valinger och Fridman 2011). För att kunna påverka sannolikheten för stormfällning är det även viktigt att utforma gallringarnas intensitet och fördelning under omloppstiden. God planering i tid och rum med hänsyn till vindriktning och topografins inflytande på vindexponeringen spelar också roll för skaderisk i angränsande bestånd hyggescanter (Blennow 2013).

Åtgärder vid skogsskötsel som minskar skaderisken är att redan i rönjningen grundlägga trädens stormfasthet genom relativt starka rönjningar vid 2–4 meters höjd följt av en tidig gallring där gallringstyrkan inte bör överstiga 35 % och 30 % i



Figur 2. Exempel på stormskadad skog. Gran är mer känslig än tall och löv men om vindstyrkan är tillräcklig fällt allt. Foto: Mats Hannerz.

senare gallringar (Skogskunskap 2019). Sena gallringar (> 20 m trädhöjd) ökar risken för stormfällning, vilket gör att dessa bör undvikas. Andra åtgärder är att föryngringsavverka tidigt, speciellt i granskog på bördig mark. Dikesrensning bör göras där det behövs och ingen gödsling utförs direkt efter gallring.

1.2.3 Brandsäkrare skog

Skogsbränder startade av blixtnedslag har alltid förekommit i nordliga skogar och är anledningen till att de flesta organismer här är anpassade till att samexistera med återkommande brandstörningar. Bränder är därför inget egentligt hot mot arter eller naturtyper. Däremot kan de orsaka enorma

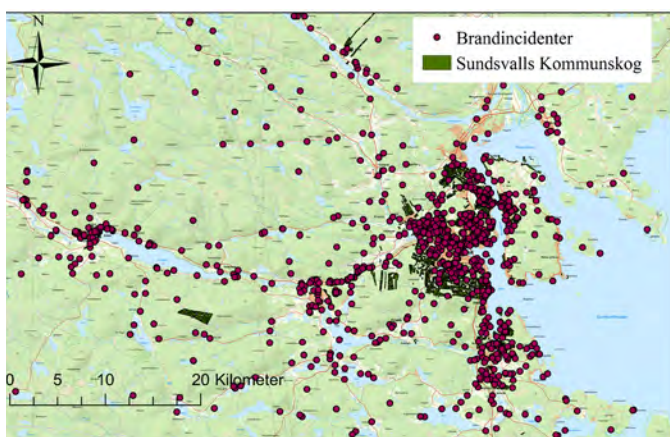
ekonomiska kostnader för samhället genom skador på virkesresurser, naturnära bebyggelse och annan infrastruktur.

Mer än 90 % av alla bränder i skog och mark orsakas idag av människor och för tätortsnära naturmiljöer måste man räkna med ett ganska stort antal antändningar. Under perioden 1997–2018 gjorde Räddningstjänsten mer än 2 000 utryckningar för att släcka bränder i skog och mark inom Sundsvalls kommun (figur 3 och 4). Det går att se en hög grad av aggregering av insatserna och en stor del av dessa har gällt gräsbränder tidigt på våren.

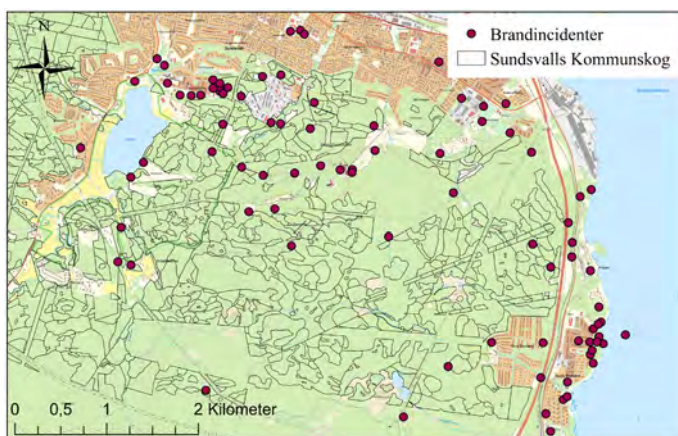
En skogsbrand kan orsaka mycket stora skador på skogsbeståndet vilket naturligtvis medför en ekonomisk förlust. Men ännu allvarigare är risken för skador på infrastruktur och bebyggelse, vilken är påtaglig i tätortsnära lägen.

Något förenklat styrs förloppet vid en skogsbrand av tre faktorer: bränslet, topografin och vinden. Vinden kan man inte göra något åt, men i skadeförebyggande syfte kan man faktiskt påverka eller beakta de andra två. Elden går snabbt uppför sluttningar, och får då också hög intensitet. Det gör att bebyggelse som har brännbar vegetation i en slänt nedanför kommer att vara mer utsatt än vid motsatta förhållandet, dvs. att bebyggelsen ligger i lägre terrängavsnitt. I Sundsvall liksom i de flesta svenska samhällen är det lyckligtvis så det i allmänhet ser ut, dock inte alltid. En annan väsentlig variabel, som man lätt styr över, är avståndet från husfasaden till brännbar vegetation, eftersom de flesta antändningar av bebyggelse sker genom direkt flamkontakt.

Hur skiljer sig då olika vegetation vad gäller "bränslekvalitet" och hur kan man påverka denna? Här blir det mer komplext, men vad gäller öppen gräsbeväxt mark är den eldfängd bara under våren, fram till det att årsväxten kommit upp en bit. Man kan försöka undvika stora sammanhängande arealer av eldfängd förna på öppen mark, antingen genom att mekaniskt klippa



Figur 3. Rapporterade brandincidenter i skog och mark inom Sundsvalls kommun 1998–2020.



Figur 4. Detaljkarta över rapporterade brandincidenter i området kring Södra Stadsberget. En stor andel är bränder i gräsfröna under tidig vår.

vegetationen under sensommaren och transportera bort höet, eller genom att hålla får eller andra betande djur på området.

För de flesta typer av skogsmark är det mindre säsongsskillnader i bränslet än det är på öppen gräsdominerad mark, men däremot skiljer sig "bränslekvaliteten" stort mellan olika skogstyper. Generellt är bränslet bättre för elden ju magrare marken är. Så brinner exempelvis ljung och lingon bättre än blåbär, och färsk örter och gräs är rent av hämmande för elden (figur 5 och 6). Men allra viktigast är det material som ligger direkt på markytan, vilket på mager skogsmark alltid är mossor eller lav, med inbäddad förna. På rikare mark är ofta mosstäcket delvis dränkt av blad- eller barr-förna och då något sämre som bränsle.

Strukturen på själva skogsbeståndet har också viss betydelse. Barrträd skiljer sig från lövträd i och med att de levande barren kan antändas mycket mer villigt än vad lövträdens blad kan göra. Om elden på backen är tillräckligt intensiv, med långa



Figur 5. Tällskog på en sluttning högt upp på Södra Berget i Sundsvall. Skogen är ganska öppen vilket leder till snabb upptorkning efter regn. Marken täcks av väggmossa och diverse risväxter samt en del avverkningsrester. Tillsammans ger detta förutsättning för en ganska intensiv eld och snabb brandspridning uppför berget om man får en antändning här. De fåtaliga granarna, med barr ner mot marken, kommer också att plocka upp elden och orsaka flygbränder som försvårar brandsläckningen. Däremot är skogen för gles för att elden skall kunna utvecklas till en kronbrand. Foto: Anders Granström.



Figur 6. Ett lövdominerat område på bördig mark. I sådan skog på bördig mark är marken täckt av gräs och örter, och den är i stort sett obrännbar under högsommaren. På våren, innan marken grönskat, är området däremot eldfångt på grund av lätt-torkad förna. Bilden är tagen 30 meter från ett radhusområde i södra delen av Sundsvall. Foto: Anders Granström.

flammar, kan den ta sig upp och antända kronskiktet i tall- och granskog vilket kan leda till kronbrand med mycket snabb brandspridning och ett intensivt flöde av brinnande flagor som följer med vinden och gör att elden lätt tar sig över vägar och andra hinder i terrängen. Risken att detta skall ske ökar om skogen är fullskiktad, det vill säga att det finns underväxt av mindre granar som kan leda upp elden i det egentliga kronskiktet.

Gran har rykte om sig att vara mycket eldfångst och det är berättigt i vissa avseenden. Men paradoxalt nog är ett riktigt tätt äldre granbestånd på bra mark i stort sett obrännbart. Det gäller om förnafallet är så stort att mossor inte kan växa där och marktäckningen endast består av en ren matta av döda granbarr, vilken blir alltför kompakt för att kunna brinna. En sådan skog är också så skuggig att risväxter och örter skuggas ut.

Alla huggningsingrepp i skogen förändrar bränslet på marken. Røjning i ungskog leder till ett väsentligt tillskott av bränsle, vare sig det är barr- eller lövträd som röjs ner och detta leder till högre brandintensitet än annars skulle varit fallet. Avfallet bryts så småningom ner och är i stort sett borta inom 10 år. Samma sak sker vid maskinell gallring i äldre skog, även om avverkningsresterna då vanligen hamnar i mer koncentrerade högar eller trampas ner i körspåren. I samband med kalavverkning genereras naturligtvis stora mängder lättantändligt hyggesavfall, men i motsats till situationen vid røjning/gallring finns bättre möjligheter att skota ihop detta och nyttja som biobränsle.



Figur 7. Ett ca 10-årigt bestånd på Norra berget i Sundsvall. På bördig mark finns en stor potential att långsiktigt förändra träsammansättningen och därmed bränslet på marken genom aktiva val vid plantering och röjning. I området på bilden har det planterats glesst med gran och vid röjningen har spontant uppkommet löv gynnats. Foto: Anders Granström.

Vilka skötselåtgärder kan då göras för att minska brandrisken? Det är generellt positivt att gynna lövträden, vilket kan göras främst i samband med röjning och första gallring (figur 7). Likaså kan man röja bort granunderväxt i blandbestånd i utsatta positioner, det vill säga i närheten av bebyggelse, och då också överväga möjligheten att föra bort röjningsavfallet. Generellt är det lägre risk för skogseld i äldre sluten skog än på hyggen och i ungskog, till följd av långsammare upptorkning och även till följd av bränslestrukturen, varför det kan vara skäl att överhålla äldre bestånd. Slutligen, vid kalavverkning, bör man utnyttja möjligheten att göra biobränsleuttag.

1.2.4 Hög virkesproduktion

Ett produktionsinriktat skogsbruk innebär i denna studie ett skogsbruk som prioriterar hög virkesproduktion med generell naturhänsyn enligt skogsvårdslagen samt som klarar uppställda certifieringskrav enligt FSC och PEFC.

Ett skogsbruk som fokuseras på hög produktion av virke innebär normalt ett trakthyggesbruk med skogsskötselåtgärder som utnyttjar möjlig produktion eller höjer den (Larsson 2009). Produktionshöjande åtgärder kan vara förnygring med förädlade plantor och markberedning, dikning, gödsling

och användning av andra trädslag än inhemska vid plantering, som contortatall. Avverkning sker relativt tidigt för att undvika att tillväxten sjunker. De trädslag som ger högst virkesproduktion i framtiden planteras efter slutavverkning och gynnas strikt vid röjning och gallring (figur 8).



Figur 8. Planterad tallförnygring. Foto: Kjell Andersson.

2. Material och metoder

2.1 Scenarioanalyser med Heureka

Ett sätt att studera hur skogen utvecklas i framtiden på kort och lång sikt är att utnyttja resultat från scenarioanalyser. För ett scenario innebär det att först bestämma målet med skogsbruket för att sedan utforma hur skogsskötselåtgärderna utförs. Därefter utvärderas de kort- och långsiktiga effekterna av den utformade skogsskötseln i en analys där skogen skrivs fram upp till 100 år.

I denna studie har fem scenarier för Sundsvalls kommuns skogar utvärderats. För att dessa analyser ska vara möjliga krävs skogliga indata och en programvara som kan skriva fram träden och beståndens utveckling framåt i tiden med aktuellt scenarios skogsskötsel. En sådan programvara har utvecklats vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i form av en programserie (Heureka, se figur 9) (SLU 2019, Wikström 2011). Heureka gör det möjligt att genomföra en mängd olika analyser av skogsbruk inriktade mot ett flertal mål under flertalet olika villkor för exempelvis kommuner (Holmström 2020). Med olika inriktningar (scenarier) för skogsbruket kan effekter på virkesproduktion, ekonomi, naturvård, rekreation och kolinlagring rapporteras och utvärderas.

Heurekas system kräver indata om nuvarande skogstillstånd, vilka skogsskötselåtgärder som ska göras och vilka ekosystemtjänster som ska rapporteras. Heureka hanterar indata för skog, skriver

fram skogens utveckling baserat på skogstillståndet och antaganden om skogsskötsel med hjälp av en mängd modeller samt rapporterar resultat vart 5:e år vad gäller skogstillstånd och utfall av ekosystemtjänster.

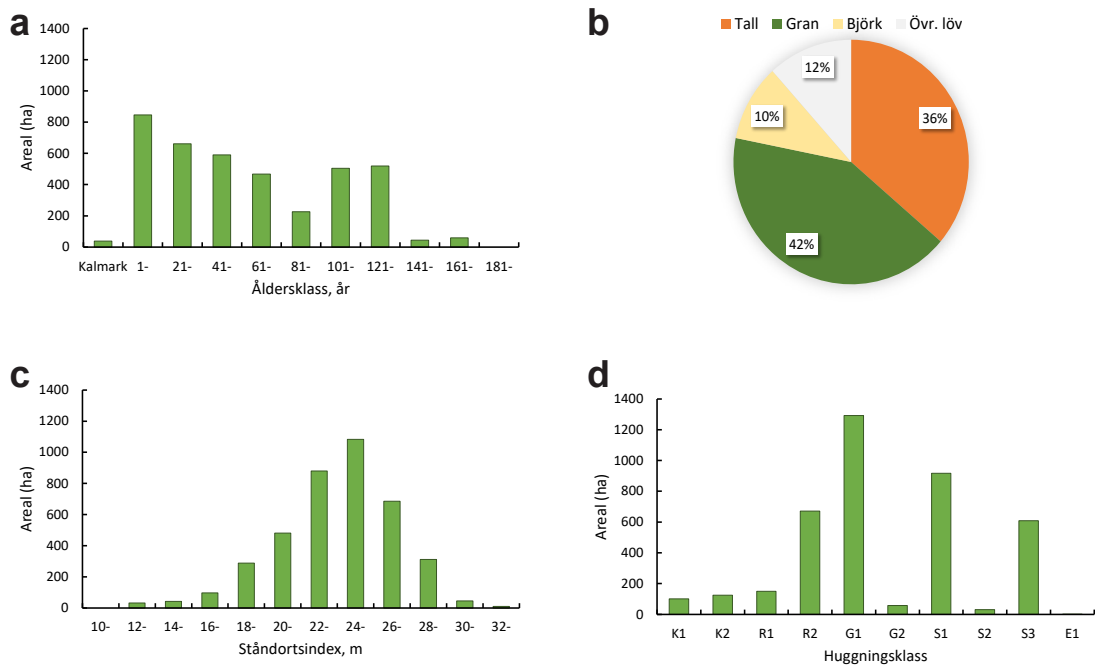
I denna studie har Heureka PlanVis använts. PlanVis simulerar skötselalternativ för varje bestånd utifrån användarens specifikation av skogsskötseln och eventuella restriktioner för skogsskötseln. PlanVis har sedan en optimerande ansats och väljer det skötselalternativ på beståndsnivån som ger högst måluppfyllelse på analysområdesnivån. I denna studie har diskonteringsräntan, som samtidigt utgör det relativa förräntningskravet för skogsbruket satts till 2 %.

2.2 Indata

Sundsvalls kommun äger nästan 4000 ha produktiv skogsmark där en stor del ligger nära Sundsvall stad och i anknytning till andra samhällen i kommunen (figur 1). Data om skogen i denna studie kommer från kommunens skogliga avdelningsregister. Skogen är någorlunda jämnt fördelat över åldersklasserna med relativt stor andel skog äldre än 90 år (figur 10). Gran och tall är de dominerande trädslagen (42 respektive 36 % av virkesförrådet), men det finns även en stor andel björk och andra lövträd (22 %). Idag är medelvolymen drygt



Figur 9. Schematisk beskrivning av Heurekasystemet.



Figur 10. Sundsvalls kommunskogs idag enligt avdelningsregistret: (a) Åldersklassfördelning, (b) Trädslagens volymsfördelning, (c) Ståndortsindex, (d) Huggningsklass.

160 m³sk/ha. Skogsmarken är för nordliga förhållanden högproduktiv med höga ståndsindex där mer än hälften har ett ståndsindex (SI) på 24 m eller högre (figur 10). Av figur 10 framgår också att yngre skog i röjnings- och gallringsfas (huggningsklass R2 och G1 och G2) utgör ca 50 % av total areal.

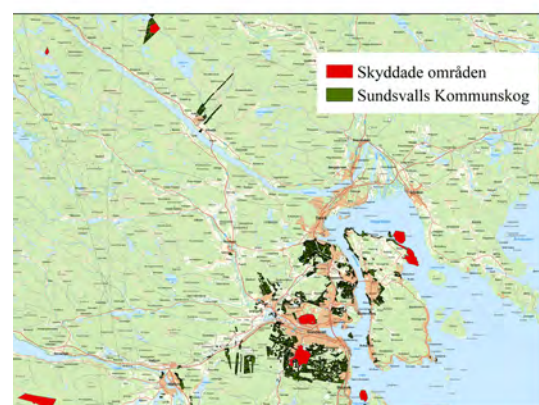
Målklassning är ett system för avvägning på fastighetsnivå mellan produktion och andra värden i skogen. Sundsvall har målklassat sin produktiva skog i följande målklasser:

- **NO:** Naturvård, orört
- **NS:** Naturvård med skötsel
- **PF:** Produktion med förstärkt miljöhänsyn, kombinerat mål
- **PG:** Produktion med generell miljöhänsyn

Avdelningar som klassats som NO tillsammans med skog inom reservat och små bestånd < 0,3 ha omfattar totalt 846 ha, motsvarande ca 30 % av total skogsmarksareal (figur 11). Dessa områden undantas från alla skogsbruksåtgärder för att gynna den biologiska mångfalden. Ökad hänsyn

till biologisk mångfald i samband med åtgärder tas dessutom på ytterligare 301 ha för skog med målklass NS och PF, se exempel i figur 12.

En relativt stor andel (17 %) av Sundsvalls kommunskogar ligger inom områden klassade som Riksbintressen friluftsliv, bl.a. friluftsområdet Södra berget (figur 13). Andel av skogen som ligger

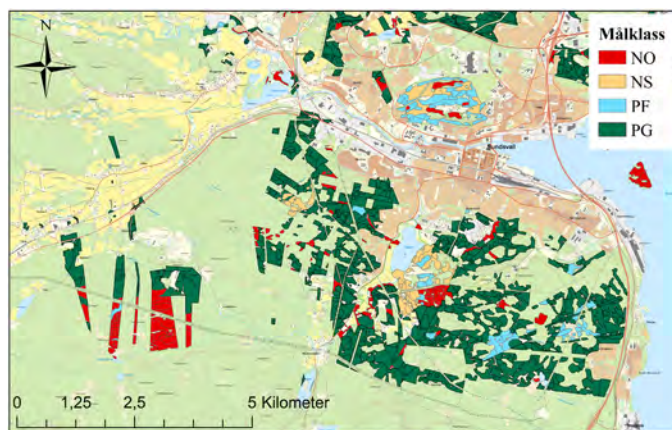


Figur 11. Skyddade områden.

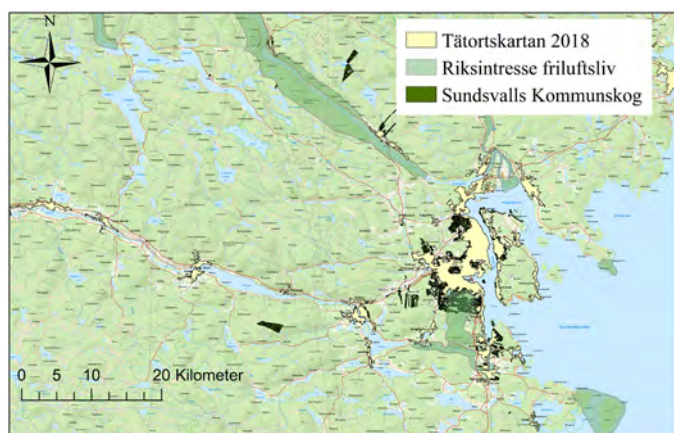
inom tätort eller inom 300 m från gräns till tätort (Tätortskartan 2018 Lantmäteriet ©) utgör 55 % av innehavet.

För scenariot där risk för brand är i fokus användes fastighetskartans information om bebyg-

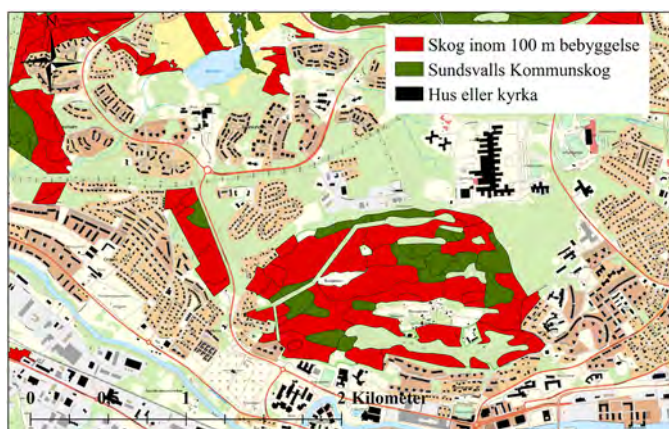
gelse (Bebyggelseskikt i fastighetskartan Lantmäteriet ©). Anpassade skogsskötselåtgärder gjordes för avdelningar där hela eller delar ligger inom 100 m från bostadshus (figur 14).



Figur 12. Exempel på målklassning i centrala delarna av Sundsvall.



Figur 13. Tätortsnära områden och riksintresse för friluftsliv.



Figur 14. Exempel på skog inom 100 m från bebyggelse i centrala Sundsvall.

2.3 Scenarier - arbetsgång och förutsättningar

Sundsvalls kommuns skog är viktig ur många aspekter för de som bor inom kommunen och det finns många förväntningar, mål och krav kring vad skogen ska bidra med. Detta gör att det finns ett behov att ha bra beslutsunderlag för hur skogen ska skötas. För att få ett sådant stöd för beslut om framtidens skogspolicy definierades 5 scenarier med olika mål. Utifrån målen utformades skogsskötseln för att uppfylla målen för respektive scenario (tabell 1). Sedan kan resultat fås för hur respektive scenarios skogsskötsel påverkar skogens utveckling. Något scenario med uttalade mål vad gäller kollagring och kolinbindning ingår inte i studien. Däremot rapporteras resultat för alla sce-

nariers kollagring och inbindning ingående.

Att definiera och simulera scenarier i Heureka för en skogsägare som Sundsvalls kommun sker stegvis i samråd med beställaren av analyserna. I detta fall representanter för Sundsvalls kommun (skogsförvaltaren, stadsträdgårdsmästaren (parkchef) och Skogssällskapet) och forskare på SLU. Schematiskt är arbetsgången följande vid framtagande av scenarier;

1. Bestämna vilka scenarier som ska ingå samt mål och utformning av scenarierna i samråd mellan beställare (kommun) och analytiker (SLU). Se tabell 1 för ingående scenarier.
2. Samla in relevanta och nödvändiga data om skogen (skogliga data och kartdata), uppgifter om kostnader för åtgärder och intäkter från

Tabell 1. Beskrivning av ingående scenariers mål och skogsskötsel.

Scenario	Beskrivning
Produktion	Ett skogsbruk som har som mål att ge hög ekonomisk avkastning. På skogsmark utanför hänsynsområden bedrivs ett produktionsinriktat skogsbruk. Detta görs med ett trakthyggesbruk där föryngringar utförs med markberedning och plantering av tall eller gran. Röjning och gallringar utförs vid behov där främst barrträd gynnas. Slutavverkning sker vid ekonomisk optimal tidpunkt.
Dagens	Ett skogsbruk som sköts enligt Sundsvalls kommuns nuvarande strategi för sitt skogsbruk där hänsyn till biologisk mångfald och sociala värden i hög grad tas. Om avdelningen är belägen inom tätort eller inom en zon på 300 m från tätortsgräns (enligt Tätortskartan 2018 Lantmäteriet ©) tillämpas skogsskötselåtgärder som syftar till att öka de sociala värdena. Detta med ett trakthyggesbruk där skog föryngras med plantering utan markberedning. Röjningar där en stor andel lövträd sparas (30 – 45 % av stamantalet). Även vid gallring bibehålls en hög lövandel. Slutavverkning kring 120 års ålder för tallskog och kring 115 år för granskog. 20 naturvärdesträd och 5 högstubbar per ha lämnas vid slutavverkning. I zon utanför tätortsnära skog föryngras skog med tall eller gran beroende på bonitetsvisande trädslag utan markberedning. En lägre andel löv (ca 30 %) lämnas efter röjning och gallring jämfört i den tätortsnära skogen. Slutavverkningsålder ligger kring 90 – 100 års ålder. 10 naturvärdes-träd och 5 högstubbar per ha lämnas vid avverkning.
Brand	Ett skogsbruk som syftar till att minska risk för skogsbrand och effekt av eventuell brand. Särskilt anpassat skogsbruk för avdelningar som ligger inom 100 m från bostadshus (28 % av arealen) (Bebyggelseskikt i fastighetskartan Lantmäteriet ©). Inom denna zon där gran är bonitetsvisande trädslag (granmark) och SI >20 planteras 1200 granplanter per hektar och efter röjning ska lövträd uppgå till 50 % av stamantalet. För gallring gäller att 50 % av volymen efter gallring ska utgöras av lövträd om möjligt. Omloppstiden förlängs med ca 30 år inom zonen. Avverkningsrester tas bort i samband med gallring och slutavverkning. På granmark med lägre SI <20 gynnas lövträd i ännu högre grad både i röjning och gallring (med mål att stamantal respektive volym löv ska uppgå till 70 % efter åtgärd). För tallmark inom zonen föryngras skog efter slutavverkning med fröträd utan markberedning. Efter röjning och gallring ska 50 % av stammarna respektive 50 % volymen utgöras av löv. Gallring utförs tidigt när skogen inte är så tät. Underväxt röjs bort. Avverkningsrester tas ut i samband med gallring och slutavverkning.
Vind	Ett skogsbruk som bedrivs med en skogsskötsel som minskar risken för omfattande skador orsakat av stormar. Det innebär att skog utanför reservat och med målklass NO, NS och PF sköts med skogsskötselåtgärder på ett sätt som syftar till att minska risken för vindskador. Föryngring sker med plantering med 1700 till 2800 planter/ha och markberedning. Tidig och kraftig röjning ned till 1700 stammar per ha. Röjning utförs så att en hög andel lövstammar lämnas efter röjning. Inga uttag av avverkningsrester. Gallring utförs innan skogen hunnit bli för tät och träden för höga (max 18 m). Även efter gallring bibehålls en stor andel lövträd. Omloppstider tillåts inte bli för långa och slutavverkning sker nära den lägsta tillåtna ålder för föryngringsavverkning enligt skogsvårdslagen.
Social	Ett skogsbruk som gynnar skogens sociala värden i hög utsträckning. Samma zonindelning som för dagens skogsbruk men med ytterligare hänsyn till sociala värden inom den tätortsnära zonen. Skogsskötseln utformas så att det skapas en variation av olika beståndstyper i landskapet inom den tätortsnära zonen, i detta fall med nästan trädslagsrena tall, gran och björkskogar samt blandskog. Skogen sköts med trakthyggesbruk och plantering förutom tallskogen som föryngras med skärm. Omloppstiderna hålls långa för alla beståndstyperna. Blandskogen omfattar största arealen men de andra beståndstyperna får bidra med sina specifika värden och funktioner och bidra till ökad variation i landskapet..

- virke, restriktioner för skogsskötsel, etc.
3. Definiera i detalj respektive scenarios skogsskötsel, restriktioner, etc.
4. I Heureka implementera detaljerad skogsskötsel.
5. Ta fram preliminära analysresultat som underlag för justering av förutsättningar i samråd med beställaren.
6. Generera slutliga scenarier med justerade förutsättningar.
7. Resultatrapportering utifrån beställarens önskemål och Heurekas möjligheter.

För varje scenario har skogsavdelningarna grupperats utifrån om det finns restriktioner och mål för skogsskötseln för avdelningen kopplat till målklass, geografiska läge och skogstillstånd. Beroende på scenario har en skogsskötsel specificerats för respektive grupp av avdelningar, dvs. hur olika åtgärder som föryngring, röjning, gallring och slutavverkning ska ske. Ett exempel är avdelningar med tallskog inom tätort som klassats med målklass PG i scenario *Social* sköts med längre omloppstid än normalt, föryngras med skärm samt röjs och gallras så skogen inte blir så tät.

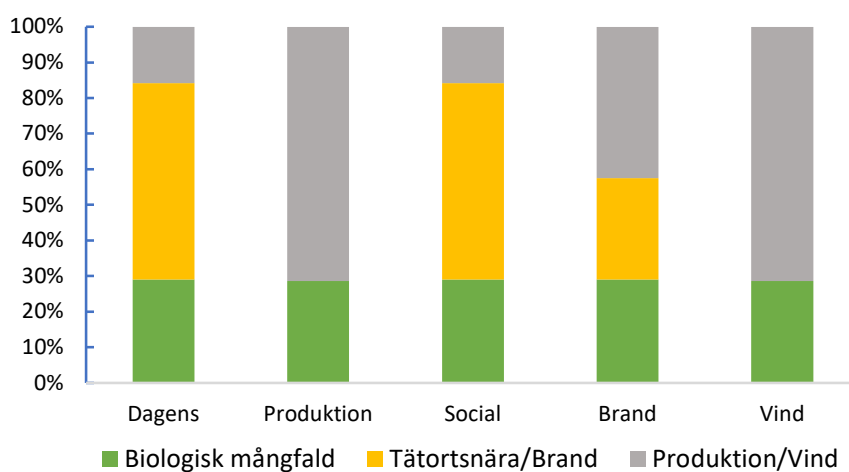
Ett övergripande krav som alla scenarier klarar oavsett skogsskötsel är nuvarande krav som FSC ställer på skogsbruket. Detta eftersom Sundsvalls kommuns skogar är FSC-certifierade. Gemensamt

för alla scenarier är att de avdelningar som tillhör skyddade områden, målklass NO samt avdelningar <0,3 ha lämnas för fri utveckling. Det omfattar 826 ha, dvs 21 % av produktiva skogsmarken.

Avdelningar med målklass NS och PF har i alla scenarier skötts med ett kontinuitetsskogbruk som gynnar lövträd. Denna skogsskötsel omfattar 301 ha, dvs ca 8 % av innehavet. För alla scenarier gäller att slutavverkningsnivån inte får variera mer än ± 10 % mellan närliggande 5-årsperioder.

Indelning av skogsmarken med olika mål för skogsskötsel för respektive scenario framgår av figur 15.

För alla scenarier har 29 % av skogsmarksarealen avsatts för fri utveckling i form av reservat och andra avsatta områden med målklass NO/NS. För *Dagens* och *Social* är arealen som klassas som tätortsnära (55 %) densamma och där bedrivs en skogsskötsel som tar hänsyn till sociala värden. För *Produktion* och *Storm* tas ingen specifik hänsyn till om skogen är tätortsnära. För *Brand* utformas skogsskötseln så att risk för och effekter av en brand blir lägre inom 100 m från bebyggelse (28 % av arealen). För *Vind* är målet att skapa skog med låg risk för brand på 71 % av arealen.



Figur 15. Skogsskötseln inriktning för respektive scenario, andel av total areal skogsmark %.

3. Resultat

Syftet med att använda scenarioanalyser och Heureka är att det är möjligt att studera effekter av olika skogsskötselstrategier på kort och lång sikt. Heureka redovisar resultat över tid i 5-årsperioder och för dessa simuleringar totalt 20 perioder, dvs. 100 år framåt. Heureka kan redovisa resultat för en mängd indikatorer kopplade till uttag av virke, ekonomi, biologisk mångfald och sociala värden. I denna rapport presenteras resultat för en delmängd av dessa indikatorer för respektive scenario.

3.1 Åtgärder

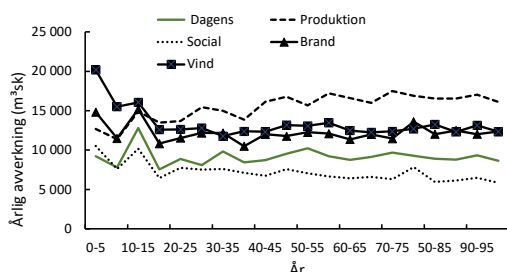
Möjlig avverkningsnivå över tid är högst för scenario *Produktion* och lägst för *Social*. *Dagens* ligger lägre i möjlig avverkningsnivå än de båda scenarierna *Brand* och *Vind* (Figur 16).

En skillnad mellan scenarierna som har stor effekt på skogstillståndet, avverkningsnivån och

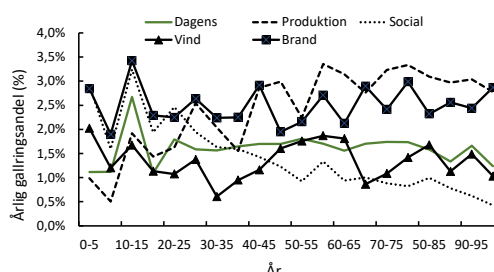
ekonomin är omloppstidens längd, dvs. slutavverkningsålder för den skog som avverkas. *Dagens* och *Social* har ca 10 till 30 års längre omloppstider efter de första 25 åren jämfört med övriga scenarier men också *Brand* ger överlag längre omloppstider än *Produktion* och *Vind* (figur 17).

Andel av skogsmarksarealen som gallras årligen skiljer sig väsentligt mellan scenarierna. *Dagens*, *Vind* och *Social* har en betydligt lägre nivå än *Produktion* och *Brand*. Lägst andel gallringar har *Vind* som en följd av att skog högre än 18 m inte tillåts gallras pga. ökad risk för stormskador (figur 18).

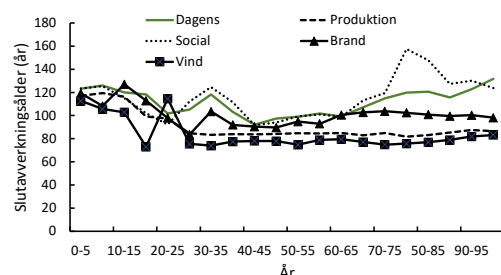
Andel av skogsmarksarealen som slutavverkas årligen skiljer sig väsentligt mellan scenarierna. *Dagens* och *Social* ligger på en betydligt lägre nivå än de övriga scenarierna (figur 19). För scenario *Vind* så är andelen hög första 15 åren då äldre skog med stor risk att utsättas för stormskador avverkas.



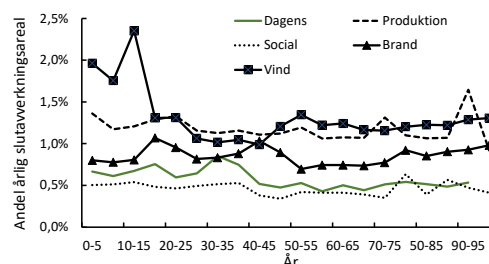
Figur 16. Årlig avverkningsnivå per år, m³sk.



Figur 18. Årlig gallringsareal som andel av total areal skogsmark, %.



Figur 17. Genomsnittlig slutavverkningsålder över tid, år.

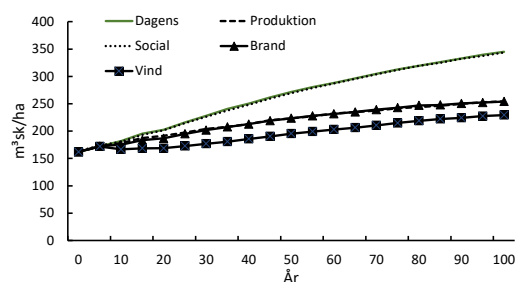


Figur 19. Årlig slutavverkningsareal som andel av total areal skogsmark, %.

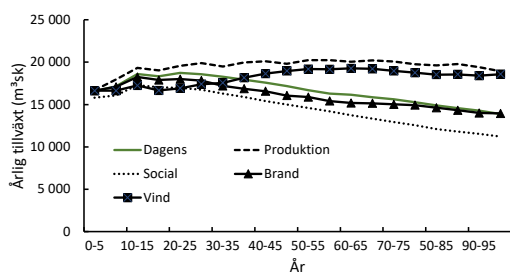
3.2 Skogstillståndets utveckling

Virkesförrådet ökar för alla ingående scenarier. Ett skäl till detta är att en relativt stor andel av kommunens skog är avsatt för fri utveckling (reservat, NO och NS bestånd). Virkesförrådets utveckling är i stort sett identiskt för *Dagens* och *Social* medan de övriga scenarierna har en likartad utveckling. Det scenario där virkesförrådet ökar minst är i *Vind* som följd av korta omloppstider och ökad andel lövträd (figur 20).

Tillväxten i skogen är högst för scenarierna *Produktion* och *Vind* och lägst för *Social*. Skillnaden mellan scenarierna ökar över tid. Detta eftersom effekten av en ändrad skogsskötsel inte ger en omedelbar effekt på tillväxten (figur 21).



Figur 20. Genomsnittlig virkesförrådsutveckling för period 1 till 20, m³sk/ha.



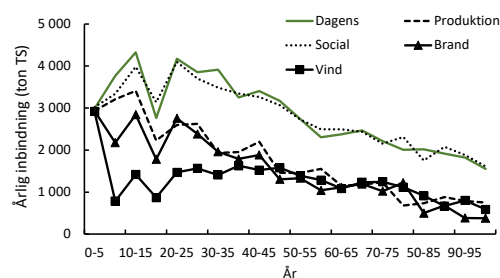
Figur 21. Årlig tillväxt för period 1 till 20, m³sk.

3.3 Kol i träd och mark

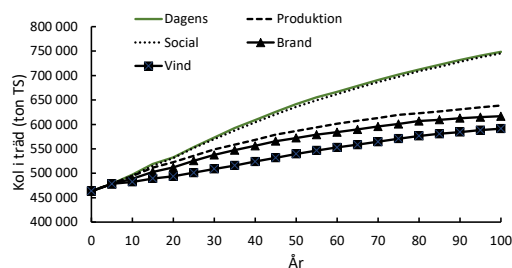
Årlig inbindning av kol i träden beräknas som skillnaden i kolförråd mellan aktuell och föregående period delat med 5. I alla scenarier sker det en nettoinbindning av kol i träden. Störst inbindning och kolförråd blir det för scenarierna *Dagens* och *Social* och lägst för *Vind* (figur 22 och 23).

Av total kolmängd ovan och under jord lagras drygt 30 % i skogsmarken. Det beräknas ske en in-

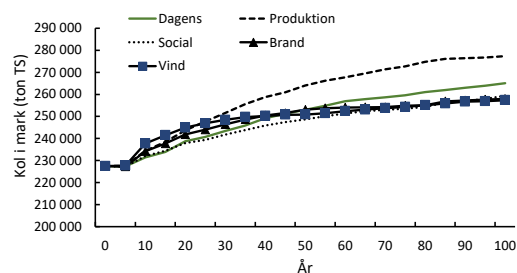
bindning av kol även i mark för alla scenarier, men inbindningen är betydligt lägre än för inbindningen i träd ovan mark (figur 24).



Figur 22. Årlig inbindning av kol i träd, ton TS.



Figur 23. Kol lagrat i träd ovan mark, ton TS.



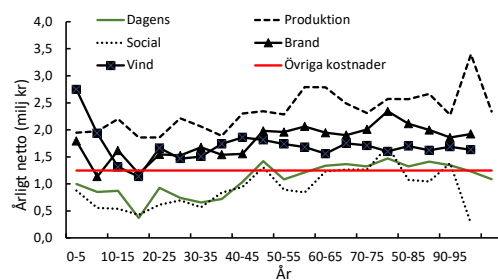
Figur 24. Kol lagrat i marken, ton TS.

3.4 Ekonomi

Heureka räknar på direkta kostnader för de skogliga åtgärderna som avverkning och föryngring samt intäkter från timmer, massaved och biobränsle. Den totala kostnaden för att bedriva skogsbruket är dock högre då övriga kostnader som flytt

av avverkningsmaskiner, byggnad och underhåll av vägar, administration samt punktinsatser som avverkning och bortforslande av enskilda träd inte ingår i Heurekas beräkningar. Enligt uppgifter från kommunen så är dessa övriga kostnader som inte ingår i Heurekas beräkningar ca 1,25 miljoner kr per år med dagens skogsbruk. Avkastningskravet på skogsbruket är 1,7 miljoner kronor per år. Tillsammans bör då skogsbruket generera ca 2,75 miljoner kr i netto för att kunna klara avkastningskravet. *Dagens* och *Social* genererar ett klart lägre årligt netto än *Vind* och *Brand*. *Produktion* ger det klart högsta nettointäkterna (figur 25).

I tabell 2 sammanställs det ekonomiska utfallet för hela tidsperioden över 100 år. *Dagens* och *Social* ger en årlig nettointäkt på ca 1 miljon per år exklusive övriga kostnader och *Produktion* ger drygt dubbelt så hög nettointäkt. *Vind* och *Brand* ligger mellan dessa scenarier.



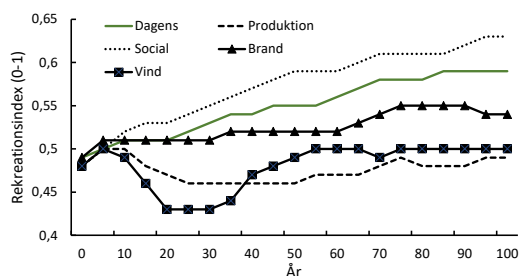
Figur 25. Årligt netto från kommunens skog år 0 - 100, kr. Röd linje visar övriga kostnader för skogsbruket som ej ingår i nettoberäkningen.

3.5 Sociala värden

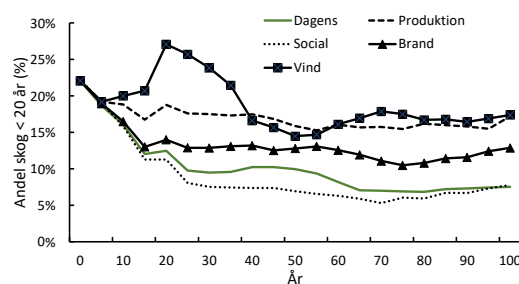
Rekreatiionsindex (RI) är ett index som avspeglar lämplighet för rekreation på avdelningsnivå i Heureka (Eggers m.fl. 2018). Rekreatiionsindex beräknas som ett värde mellan 0 – 1 där 0 är

mycket lågt värde för rekreation och 1 mycket högt. Indexet beräknas med värden för ett antal skogliga variabler. De skogliga variabler som har positivt inflytande på RI är förekomst av träd i alla diameterklasser, hög andel lövträd, större antal grövre träd. Negativt är högre volymer av stående och liggande död ved, förekomst av avverkningsrester, hög andel gran och tall samt förekomst av markskador. De två scenarier som ger högst index är *Social* och *Dagens* som också ökar kontinuerligt över tid. *Brand*, *Vind* och *Produktion* resulterar i lägre värden och är relativt konstant över tid. Figur 21 visar utvecklingen utanför avsatta områden (figur 26).

De flesta besökare uppskattar inte kalmark och tät ungskog. Andelen skog <20 år gammal är högst i *Vind* och *Produktion* och lägst i *Dagens* och *Social* (figur 27).



Figur 26. Rekreatiionsindex i skog utanför skyddade områden.



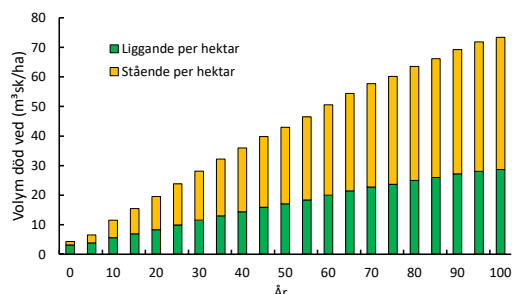
Figur 27. Andel skog yngre än 20 år, %

Tabell 2. Ekonomiskt utfall med 2 % förräntningskrav, kr.

Scenario	Totalt nuvärde, milj kr	Andel nuvärde av dagens, %	Nuvärde, kr per ha	Netto kr i medel ø 100 år	Netto kr per ha och år ø 100 år
Dagens	60,5	100	15 297	1 085 544	275
Produktion	113,8	188	28 780	2 338 791	591
Social	54,3	90	14 271	916 809	232
Vind	88,6	147	22 419	1 693 558	428
Brand	87,2	144	22 049	1 693 558	428

3.6 Biologisk mångfald

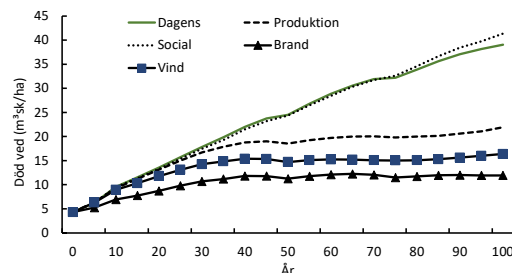
Några viktiga indikatorer för biologisk mångfald är areal gammal skog och mängd död ved eftersom många arter gynnas av eller är beroende att detta finns. Inom skog i reservat, NO och NS områden lämnades skogen till fri utveckling. Mängden död ved ökar kraftigt över tid (figur 28). Notera att utgångsvärdet är ett antagande om en volym död ved på 4 m³sk/ha. Det fanns ingen information om dödvedsmängd i de insamlade skogliga indata.



Figur 28. Volym död ved liggande och stående i skog med fri utveckling, m³sk/ha.

Ett antagande som gjorde att volymen död ved ökar kraftigt även i den brukade skogen är att det förutsatts en liten volym döda träd tillvaratas (figur 29). Detta är nog inte realistiskt främst nära bebyggelse och tätorter då det krävs att en del av döda träd tillvaratas med hänsyn till säkerhet och rekreationsaspekter. För scenario *Dagens* och *Social* krävs antagligen relativt omfattande kostsamma åtgärder för att plocka ut döda träd som vindfällan och skadade träd

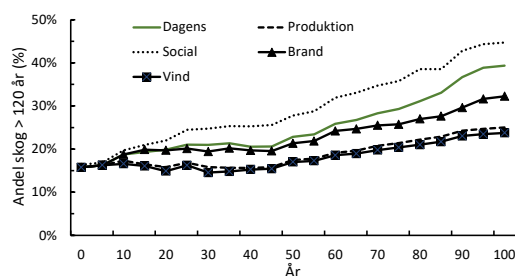
Andel gammal skog är en viktig indikator kopplat till biologisk mångfald då en ökad andel



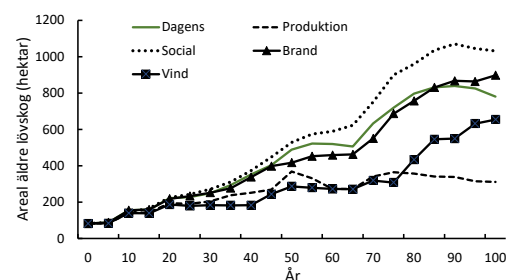
Figur 29. Volym död ved i den brukade skogen, m³sk/ha.

äldre skog gynnar den biologiska mångfalden. Som framgår av figur 30 så ökar andelen gammal skog här definierad som äldre än 120 år för alla scenarier från ca 15 % till mellan 20 - 45 % med den största ökningen för *Social* och *Dagens*.

En viktig skogstyp för den biologiska mångfalden är äldre lövrik skog. Skogstypen är en av indikatorerna för miljömålet levande skogar (Skogsstyrelsen 2019). Här avses skog som är äldre än 80 år samt där minst 3/10 av virkesvolymen utgörs av lövträd. Arealen äldre lövskog ökar över tiden med en snabb ökning efter ca 40 år för *Dagens*, *Brand* och *Social* (figur 31). Arealen ökar även för *Produktion* men i väsentligt lägre grad. Ökningen sker här första 50 åren för att sedan ligga på en jämn nivå.



Figur 30. Andel gammal skog > 120 år av total areal, %.



Figur 31. Areal äldre lövskog, ha

4. Diskussion

Att rekreation och friluftsliv är centralt för Sundsvalls kommuns identitet är tydligt. Sundsvalls kommun har blivit Sveriges friluftskommun två gånger (2010 och 2018) och hamnade 2021 på delad andra plats. Friluftsverksamheten står i centrum för mycket av den skogsskötsel som utförs i kommunägda skogen.

Kommunens skog på 5000 ha motsvarar ca 500 m² skog för varje invånare i kommun. Under 2020 hade rekreationsområdet Södra berget (ett av tre viktiga rekreationsområden) ca 200 000 besök via huvudentrén. Detta i en stad med en befolkning på ca 60 000 invånare (100 000 invånare i hela kommunen). Området innehåller många anläggningar som discgolfbana, rullskidbana, äventyrsleder och lekområden men även plats för promenader, svamp- och bärplockning samt vinteraktiviteter. Under vintersäsongen var intäkterna från skidspåren i Södra berget över 420 000 kr. Detta gör att vid skötsel av skog är friluftslivet en mycket viktig faktor att ta hänsyn till. Samtidigt finns andra viktiga aspekter att ta i beaktande för skogsskötseln: ekonomin, risker vid brand, skador på skogen och biologisk mångfald.

Ett huvudsyfte med långsiktiga scenarioanalyser med Heureka är att kunna studera hur skogsskötselåtgärder inverkar på skogens utveckling på kort och framför allt lång sikt. Detta för att få underlag till beslut om skogsskötselstrategier som kan nå eller i alla fall närma sig uppställda mål. En utmaning vid brukandet av skog är att det ofta finns flera mål och i många fall motstridiga sådana förknippat med skog och skogsbruk. Detta gäller inte minst för tätortsnära skog. De analyserade scenarierna visar att olika skogsskötselstrategier kan ge en skog som i högre grad uppfyller uppställda mål. Exempelvis ger scenario *Social* ett högre rekreationsindex än *Produktion* men lägre virkesproduktion och ekonomisk avkastning. Som beslutsunderlag är förhoppningen att dessa scenarioanalyser kan utgöra ett värdefullt kunskaps- och diskussionsunderlag både internt och externt för Sundsvalls kommun.

Gemensamt för alla scenarier sett i relation till scenario *Produktion* är en ökad mängd lövträd

samt behovet av en anpassning av skogsskötseln i landskapet. För *Brand*, *Dagens* och scenario *Social* är det också tydligt utifrån den kunskapsöversikt som gjorts att mer småskaliga och punktvisa insatser utöver den simulerade beståndsskötseln inom Heureka är avgörande för ett lyckat resultat. Exempelvis är slätter av gräsmark och skötsel av enskilda objekt såsom värdefulla lövträd, kulturminnesträd, klätterträd och grillplatser viktigt.

Den procentuella andelen lövträd av total volym påverkas av omloppstiden. Vid en ökad omloppstid blir det normalt svårare att öka andelen löv genom att den högre och mer uthålliga tillväxten hos barrträden leder till att andelen löv kan minska även om den totala lövvolymen ökar. Så även om skogen kan upplevas som lövrik och även innehålla mer lövträd i volym så kan andelen i förhållande mot barrträden vara oförändrade eller lägre då omloppstiderna förlängs. Detta bör beaktas vid beslut kring policy och riktvärden speciellt när man, som ofta i tätortsnära sammanhang, diskuterar att öka omloppstid såväl som andel lövträd.

Generellt bör en ökad andel löv i anslutning till bebyggelse var fördelaktigt för de sociala värdena men även för att minska risker för brand och stormfällning. En alltför kraftig schablonisering kring de sociala aspekterna bör dock undvikas i relation till detta. Speciellt genom att artsammansättning, beståndstruktur och trädhöjd nära hus och trädgårdar har stor inverkan på skogens funktion och upplevelse för de boende (Rydberg & Falck 2000, Wiström 2015, Fors m.fl. 2019). En speciellt anpassad kantzonsskötsel är därför ofta eftersträfvärd och bör ofta kunna inriktas mot en ökad lövinblandning inte minst av bärande träd och buskar (Wiström 2015), vilket också bör minska riskerna med brand och stormfällning.

För att minska risken för kronbrand bör gran underröjas närmast bebyggelsen, men detta kan dock ha negativa effekter för en del sociala värden. Hauru m.fl. (2012) visar t.ex. att det finns positiva aspekter med att inte behöva se bebyggelsen för skogsbesökaren, och här spelar granen i underväxten en viktig roll inte minst vintertid. Samtidigt

är skogen närmast husen ofta en viktig resurs för barns lek (Florgård & Forsberg 2006). Här talar också fallstudier för att det finns positiva aspekter för en inte minst grupperad gran i underväxten (t.ex. Wiström m.fl. 2019). En möjlig lösning skulle här kunna vara att identifiera en maximal höjd för granen där den börjar utgöra en risk för ökad kronbrand genom att de positiva effekterna som avskärmning redan fås när de nått en bit över ögonhöjd.

Skogens roll kopplat till klimatförändringen och dess roll diskuteras flitigt. Av resultaten framgår att alla scenarier förväntas ha ett nettoupptag av kol i träd och mark. Detta främst som följd av ett ökat virkesförråd. I beräkningar redovisas enbart kol i träd och mark och ingen hänsyn tas till trädprodukter och substitutionseffekter. Störst inbindning av kol får då scenarierna *Dagens* och *Social*.

De årliga nettointäkterna skiljer sig som förväntat åt mellan scenarierna. Att öka lövträdsandelen, omfattande röjningar för att hålla skogen gles, gallring för att hålla skogen glesare än optimalt ur produktionssynpunkt och längre omloppstider ger lägre ekonomiskt avkastning. Redovisade nettointäkter innehåller inte kostnader för förvaltning, vägbyggnad och underhåll, maskinflyttar, medborgarfrågor och reservatsskötsel. Dessa kostnader uppgår idag till ca 1,25 miljoner kr per år enligt uppgift från Sundsvalls kommun. Detta skulle innebära att dagens skogsbruk och ett skogsbruk enligt *Social* inte skulle generera något ekonomiskt netto till kommunen i framtiden.

Antagligen skulle övriga kostnader som inte beräknas i Heureka relativt sett bli något lägre för *Produktion* och *Vind* jämfört med övriga scenarier då högre krav ställs på punktinsatser kopplat till rekreation i *Dagens* och *Social*. För scenario *Brand* kostar förebyggande åtgärder som underväxtröjning och bortforslande av brandfarliga avverkningsrester en del.

Det finns ett antal begränsningar med Heureka. Ett är att Heureka hanterar enbart produktiv skogsmark i sina beräkningar. Exempelvis så hanteras inte gräsmarker som är en viktig faktor när det gäller risk för brand. Detsamma gäller skogliga impediment som kan vara trädbeklädda och viktiga för rekreation och biologisk mångfald. Heureka innehåller heller inga modeller för framskrivning av markvegetations- och buskskikt. Dessa skikt har

betydelse både för brandrisk, biologisk mångfald och rekreation. Risker i form av stormskador och insekter hanteras inte heller direkt i simuleringarna. Risker är svåra att prognostisera och i scenarioanalyser utvärderas skogstillståndet ur risksynpunkt utifrån aspekter som trädslagsblandning, trädhöjd och ålder på skogen.

I analysen har skogliga data (från kommunens skogsbruksplan) kombinerats med kartdata för att koppla skogsskötsel beroende på scenario till respektive avdelning. En förenkling av verkligheten är att rumsliga hänsyn bara delvis tagits. Det som gjorts är att dela in avdelningar i olika zoner som tätortsnära eller bebyggelsenära för att kunna koppla lämplig skogsskötsel geografiskt. Exempel på rumsliga hänsyn som inte tagits med är restriktioner för areal sammanhängande slutavverkningsareal och avdelningars läge kopplat till utsatthet för vind. Sådan hänsyn tas normalt i samband med den kortsiktiga planeringen av hur avverkningarna ska utföras.

Processen att ta fram scenarioanalyser innehåller ett antal steg och det är viktigt att hänsyn tas till lokala förutsättningar då antaganden om skogsskötsel definieras för ingående scenarier. Detta för att resultaten ska kunna användas som beslutsunderlag och uppfattas som trovärdiga och realistiska. I detta projekt har ett antal videomöten mellan forskarna och Sundsvalls kommuns skogsansvariga hållits. Även preliminära resultat har studerats och justeringar av skogsskötsel och ekonomiska förutsättningar gjordes i samråd innan slutliga scenarier simulerats.

5. Slutsatser

Scenarioanalyser med ett skogligt beslutssystem som Heureka ger möjlighet att belysa långsiktiga effekter kopplat till skogens skötsel. När sådana scenarioanalyser tas fram är det viktigt att kommunicera med de ansvariga för skogen inom analysområdet för att fånga upp lokala förutsättningar för att göra analyserna realistiska och användbara.

Det är viktigt att komma ihåg är att scenarioanalyser av skog alltid innehåller fel. Exempelvis är indata som beskriver skogstillståndet i startläget alltid behäftat med fel och osäkerheter. När analysresultat granskas bör främst de relativa skillnaderna mellan olika scenarierna tas i beaktande och inte de absoluta värdena.

Det finns många mål förknippade med skog och skogsbruk. Detta gäller inte minst för tätortsnära skog. Dessa mål kan vara motstridiga men kan också sammanfalla. Ett tydligt exempel då målen sammanfaller är att skog som innehåller hög andel löv i de flesta fall är önskvärd för att gynna rekreationsvärden, minska brandrisk och risk för stormskador.

Den tätortsnära skogen, aktivt och klokt brukad har möjligheten att bidra med en rad ekosystemtjänster med livsviktiga miljöer för såväl för människa som djur och växter. Dock har alla anpassningar och hänsynstaganden en kostnad, vilket gör att eventuella avkastningskrav måste vägas mot de långsiktiga effekter olika skötselriktningar får på önskvärda värden i skogen. Utifrån våra analyser stämmer det avkastningskrav som finns idag för Sundsvalls kommunskogar dåligt överens med de värden som kommunen eftersträvar och den tillgängliga arealen produktiv skogsmark som finns att tillgå. En mer rimlig ansats utifrån utförda scenarioanalyser bör vara ett skogsbruk i Sundsvalls kommun som bär sina egna kostnader utan ett orealistiskt avkastningskrav. Ett aktivt brukande möjliggör större möjligheter till att konvertera skogen så den är mer anpassad till framtida utmaningar.

6. Referenser

- Angelstam, P., Pedersen, S., Manton, M., Garrido, P., Naumov, V., Elbakidze, M. 2017. Green infrastructure maintenance is more than land cover: Large herbivores limit recruitment of key-stone tree species in Sweden. *Landscape and Urban Planning* 167, 368-377.
- Axelsson-Lindgren, C., Sorte, G. 1987. Public response to differences between visually distinguishable forest stands in a recreation area. *Landscape and Urban Planning* 14, 211-217.
- Blennow, K. 2013. Skador och effekter av storm - En kunskapsöversikt. MSB 534 - Februari 2013.
- Boverket. 2021. PBL handbok. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/> [2021-06-29]
- Buckley, P., Mills, J. 2015. Coppice Silviculture: From the Mesolithic to the 21st Century. In Kirby, K., Watkins (Eds.), *Europe's Changing Woods and Forests: From Wildwood to Managed Landscapes*. CABI. 77-92.
- Eriksson, L., Nordlund, A. 2013. How is setting preference related to intention to engage in forest recreation activities? *Urban Forestry & Urban Greening* 12, 481-489.
- Eggers, J., Lindhagen, A., Lind, T., Lämås, T., Öhman, K. 2018. Balancing landscape-level forest management between recreation and wood production. *Urban Forestry and Urban Greening* 33, 1-11.
- Felton, A., Petersson, L., Nilsson, O., Witzell, J., Cleary, M., Felton, A.M., Björkman, C., Sang, Å.O., Jonsell, M., Holmström, E., Nilsson, U., Rönnerberg, J., Kalén, C., Lindblad, M. 2020. The tree species matters: Biodiversity and ecosystem service implications of replacing Scots pine production stands with Norway spruce. *Ambio* 49, 1035-1049.
- Filyushkina, A., Agimass, F., Lundhede, T., Strange, N., Jacobsen, J. B. 2017. Preferences for variation in forest characteristics: Does diversity between stands matter? *Ecological Economics* 140, 22-29.
- Fjortoft, I., Sageie, J. 2000. The natural environment as a playground for children: Landscape description and analyses of a natural playscape. *Landscape and Urban Planning* 48, 83-97.
- Florgård, C., Forsberg, O. 2006. Residents' use of remnant natural vegetation in the residential area of Järvafältet, Stockholm. *Urban Forestry & Urban Greening* 5, 83-92.
- Fors, H., Wiström, B., Nielsen, A.B. 2019. Personal and environmental drivers of resident participation in urban public woodland management – A longitudinal study. *Landscape and Urban Planning* 186, 79-90.
- FSC. 2020. Skogsbruksstandard 2020. <https://se.fsc.org/se/standards/skogsbruksstandard-2020> [2021-06-29]
- Gardiner, B., Blennow, K., Carnus, J.-M., Fleischer, P., Ingemarsson, F., Landmann, G., Lindner, M., Marzano, M., Nicoll, B., Orazio, C. 2010. Destructive storms in European forests: past and forthcoming impacts. European Forest Institute.
- Gundersen, V.S., Frivold, L.H. 2008. Public preferences for forest structures: A review of quantitative surveys from Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening* 7, 241-258.
- Gundersen, V., Stange, E.E., Kaltenborn, B.P., Vistad, O.I. 2017. Public visual preferences for dead wood in natural boreal forests: The effects of added information. *Landscape and Urban Planning* 158, 12-24.
- Gustavsson, R., 1986. Struktur i lövskogslandskap. Doktorsavhandling. *Stad & Land* 48, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.
- Gustavsson, R., Fransson, L. 1991. Furulunds fure - en skog i samhällets centrum. *Stad & Land* 96, Alnarp.
- Gustavsson, R., Ingelög, T. 1994. Det nya landskapet - kunskaper och idéer om naturvård, skogsodling och planering i kulturbild. Skogsstyrelsen, Jönköping.

- Gustavsson, R., Peterson, A. 2003. Authenticity in conservation and management – the importance of the local context. In *Landscape Interfaces. Cultural Heritage in Changing Landscapes*. Edited by Palang, H., Fry, G., Kluwer Publishers. 319-357.
- Gustavsson, R., Gunnarsson, A., Wiström, B. 2019. Time out! - Thirty years of experiences from outdoor landscape teaching. In *the Routledge Handbook of Teaching Landscape*. Edited by Mertens, E., Karadeniz, N., Jørgensen, K., Stiles, R., Routledge, London, 135 - 147.
- Hannerz, M., Lindhagen, A., Forsberg, O., Fries, C., Rydberg, D. 2016. Skogsskötselserien nr 15, Skogsskötsel för friluftsliv och rekreation. Skogsstyrelsen.
- Hauru, K., Lehvävirta, S., Korpela, K., Kotze, D.J. 2012. Closure of view to the urban matrix has positive effects on perceived restorativeness in urban forests in Helsinki, Finland. *Landscape and Urban Planning* 107, 361-369.
- Hedwall, P.-O., Holmström, E., Lindblad, M., Felton, A. 2019. Concealed by darkness: How stand density can override the biodiversity benefits of mixed forests 10, e02835.
- Heyman, E. 2010. Clearance of understory in urban woodlands: Assessing impact on bird abundance and diversity. *Forest Ecology and Management* 260, 125-131.
- Heinrichs, S., Ammer, C., Mund, M., Boch, S., Budde, S., Fischer, M., Müller, J., Schöning, I., Schulze, E.-D., Schmidt, W., Weckesser, M., Schall, P. 2019. Landscape-scale mixtures of tree species are more effective than stand-scale mixtures for biodiversity of vascular plants, bryophytes and lichens. *Forests* 10, 73.
- Henriksen, H.A., 1988. Skoven og dens dyrkning. Dansk Skovforening, København.
- Holmström, H. 2020. Avrapportering – Heurekaanalyser i Lövsuccé 2.0, SLU Umeå https://www.lrf.se/globalassets/dokument/mitt-lrf/_regioner/jonkoping/aktuellt-arbete/foretags-utveckling/lovsuccé/heurekaanalyser-lovsuccé-2.0-eu-logga.pdf [2021-12-17]
- Jansson, M., Fors, H., Lindgren, T., Wiström, B. 2013. Perceived personal safety in relation to urban woodland vegetation - A review. *Urban Forestry and Urban Greening* 12, 127-133.
- Koivula, M., Silvennoinen, H., Koivula, H., Tikkanen, J., Tyrväinen, L. 2020. Continuous-cover management and attractiveness of managed scots pine forests. *Canadian Journal of Forest Research* 50, 819-828.
- Konijnendijk, C.C. 2000. Adapting forestry to urban demands — role of communication in urban forestry in Europe. *Landscape and Urban Planning* 52, 89-100.
- Konigen, H. 2004. Creative management. In: Dunnet, N., Hitchmough, J. (Eds.), *The Dynamic Landscape*. Spon Press, New York, 256-292.
- Larsson, S., Lundmark, T., Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885
- Nielsen, A.B., Oustrup, L., Stahlschmidt, P., Nielsen, J.B. 2005. Oplevelsespektet i naturnære skove. I: Larsen, J.B. (Ed.), *Naturnær skovdrift*. Dansk skovforening, København, 361-387.
- Nielsen, A.B., Heyman, E., Richnau, G. 2012. Liked, disliked and unseen forest attributes: Relation to modes of viewing and cognitive constructs. *Journal of Environmental Management* 113, 456-466.
- Nilsson, C., Stjernquist, I., Barring, L., Schlyter, P., Jönsson, A. M. & Samuelsson, H. 2004. Recorded storm damage in Swedish forests 1901-2000. *Forest Ecology and Management* 199, 165-173.
- Ribe, R., 1989. The aesthetics of forestry: What has empirical preference research taught us? *Environmental Management* 13, 55-74.
- Rydberg, D., Falck, J. 1998. Designing the urban forest of tomorrow: pre-commercial thinning adapted for use in urban areas in Sweden. *Arboricultural Journal* 22, 147-171.
- Rydberg, D., Falck, J. 2000. Urban forestry in Sweden from a silvicultural perspective: a review. *Landscape and Urban Planning* 47, 1-18.
- Skogskunskap. 2019. Vind- och snöskador. <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/gallra/skador-i-gallrings-skogen/vind--och-snoskador/> [2021-06-29]

Skogsstyrelsen. 2019. Fördjupad utvärdering av Levande skogar 2019. Rapport 2019/2.

SLU. 2019. Heureka systemet. <http://www.slu.se/heureka> [2021-07-01]

Stein, A., Gerstner, K., Kreft, H. 2014. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecology Letters* 17, 866-880.

Sundsvalls kommun. 2018. Sundsvalls kommuns Natur och friluftplan – Vision, Mål och Strategier. <https://sundsvall.se/wp-content/uploads/2018/02/Natur-och-friluftplan-vision-m%C3%A5l-strategier-180129.pdf> [2021-06-29]

Troup, R.S. 1928. *Silvicultural systems*. Oxford University Press, Oxford.

Valinger, E., Fridman, J. 2011. Sparat löv i granbestånden minskar risken för stormskador vintertid. *Fakta Skog*;2011:7.

van der Wal, R., Miller, D., Irvine, J., Fiorini, S., Amar, A., Yearley, S., Gill, R., Dandy, N. 2014. The influence of information provision on people's landscape preferences: A case study on understorey vegetation of deer-browsed woodlands. *Landscape and Urban Planning* 124, 129–139.

Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C., Klintebäck, F. 2011. The Heureka forestry decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences* 3(2), 87-94.

Wiström, B., Richnau G., Nielsen, A.B., Gustavsson, R. 2009. *Strukturrika planteringar – en möjlighet för stadens grönska*. *Gröna Fakta* 5/2009, 1-18.

Wiström, B. 2015. *Forest edge development - management and design of forest edges in infrastructure and urban environments*. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp. Doktorsavhandling.

Wiström, B., Enochson, L., Gustavsson, R. 2019. *Linnés arboretum i Växjö. Historien om hur ett arboretum blev till. Några erfarenheter och lärdomar*. *Lustgården* 99, 45–64.



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE