



# LUND UNIVERSITY

Det privata skogsbrukets landskap – En studie av uthålligt brukande i Stenbrohultsområdet

Ask, Peter; Nilsson, Sven

2005

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Ask, P., & Nilsson, S. (2005). *Det privata skogsbrukets landskap – En studie av uthålligt brukande i Stenbrohultsområdet*. MISTRA, Stockholm.

*Total number of authors:*

2

## General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

# **DET PRIVATA SKOGSBRUKETS LANDSKAP**

**- EN STUDIE AV UTHÅLLIGT BRUKANDE  
I STENBROHULTSOMRÅDET**

---

Peter Ask  
Sven G. Nilsson



SUFOR 2005

---

|                 |                                                                          |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|
| ISBN            | 91-5766851-5                                                             |
| Samordning      | Maria Ålander                                                            |
| Foto            | Peter Ask, Sven G Nilsson, Maria Ålander,<br>Igor Drobyshev, Örjan Fritz |
| Design & Layout | Igor Drobyshev                                                           |
| Tryck           | Rahms i Lund, 2005                                                       |
| Omslagsbilder   | Björn Ålander, Örjan Fritz, Peter Ask, Igor Drobyshev                    |

# Innehållsförteckning

Sammanfattning 4

Summary 5

Inledning 7

Material och metoder 11

    Stenbrohultsområdet 12

    Modellbeskrivningar 26

    Mål 27

    Skötselprogram 28

    Modellkörningar i FTM 32

Resultat 41

    Ekonomiska konsekvenser på landskapsnivå 42

    Ekonomiska konsekvenser på fastighetsnivå 44

    Konsekvenser för grova och döda träd 46

    Konsekvenser för baskatjoner 50

Diskussion 53

Referenser 59

# Sammanfattning

I denna studie undersöks förutsättningarna för ett uthålligt skogsbruk i ett landskap dominerat av många privata skogsägare. Tre aspekter av uthållighet har studerats: Biodiversitet, marknäringsstatus och ekonomi. Studieområdet har varit landskapet kring Stenbrohult i södra Kronobergs län, ett område uppdelat på 89 olika fastigheter. Den totala landarealen i området uppgår till 5200 ha varav 73 % är skogsmark.

I ett första steg har modeller för bevarande av biodiversitet och markens näringsstatus använts för att utveckla tre olika skötselprogram för landskapet: *Balans* är ett skötselprogram där 21 % av den trädbevuxna arealen (skogsmark och hagmark) avsätts för naturvård, vilket enligt modellerna är tillräckligt för att bevara alla idag förekommande arter i Stenbrohultsområdet. Den brukade skogen sköts så att uttaget av baskatjoner vid skörd av stamved inte överstiger tillförseln i form av vittering och deposition, vilket innebär att uttaget av virke måste begränsas på många marker. I programmet *plus* avsätts ytterligare ca 10 % av skogsarealen vilket dels kan bevara alla arter, dels skapa förutsättningar för att få tillbaka en del av de arter som försvunnit från landskapet under historisk tid. Uttaget av baskatjoner i produktionsskogen överstiger tillförseln, men detta balanseras av aktiv näringskompensation. *Bio balans, mark plus* är en kombination av de två tidigare. Alla idag förekommande arter bevaras, och aktiv näringskompensation används för att balansera ett högt uttag av virke. I samtliga program eftersträvas en så god skogsbruksekonomi som möjligt inom de ramar som övriga mål sätter. I många fall resulterade detta i rent granskogsbruk på stora arealer. Som jämförelse har två referensalternativ utformats: I *certifiering* sköts skogen på alla fastigheter enligt standarden för certifieringssystemen FSC och PEFC. Detta innebär bl a att ca 10 % av skogsmarksarealen i landskapet avsätts för naturvård. Programmet *rådgivningsnivån* syftar till att efterlikna den nivå som Skogsvårdsorganisationen

använder i sin rådgivning till skogsägare. I detta program avsätts ca 8 % av skogsmarksarealen för naturvård.

I ett andra steg kördes de fem skötselprogrammen i en datorsmodell som simulerar skogsbruk och skogens utveckling över en 300 år lång tidsperiod. Denna modell användes för en ekonomisk utvärdering av de olika programmen på landskapsnivå och fastighetsnivå, samt för att utvärdera referensalternativen med avseende på förutsättningarna för artbevarande. Näringsbalanserna i referensalternativen utvärderades med hjälp av markmodellen.

Det ekonomiska resultatet på landskapsnivå för *bio balans, mark plus* blir ungefär detsamma som för *certifiering* och *rådgivningsnivån*. Man avsätter betydligt större områden för naturvård, men detta kompenseras av en intensivare produktion på övrig skogsmark. För programmet *plus* blir det ekonomiska resultatet något sämre än i referensalternativen, och för programmet *balans* blir det betydligt sämre beroende på den låga avverkningsnivån i detta program. På fastighetsnivå varierar resultaten kraftigt. På en av de två studerade fastigheterna gav alla de tre programmen *balans, plus* och *bio balans, mark plus* en betydligt bättre ekonomi än referensalternativen, på den andra studerade fastigheten var det tvärt om. Utvärderingen av referensalternativen visade att inget av dem når upp till målet att bevara alla arter, och båda uppvisar negativa näringsbalanser.

Studien visar att det går att uppnå alla tre uthållighetsmålen samtidigt i Stenbrohultsområdet genom att avsätta stora områden för naturvård samtidigt som övrig skogsareal brukas med bästa ekonomi och näringskompensation i enlighet med programmet *bio balans, mark plus*. Detta medför dock väldigt olika konsekvenser för de olika fastigheterna i landskapet. Det medför också att all virkesproduktion likriktas med avseende på trädslag och skötsel, vilket kan vara negativt ur ett riskperspektiv.

# Summary

In this investigation the possibilities to achieve three different goals for sustainable forestry in the landscape of Stenbrohult have been studied: Preserved biodiversity, balanced nutrient budgets, and a valuable production of timber. The consequences for the landscape and for the different estates were studied. The case study area of Stenbrohult is situated in southern Sweden, and is made up of 5200 ha of which 73 % is forest. Most of the forest is managed for timber production, and the area is divided into 89 different estates.

By using a model for preservation of biodiversity and a model for cation budgets, three different management programs were developed: *Balance* was a management that would preserve all species found in the landscape today, and keep the cation budgets in balance by regulating the level of harvest. *Plus* was a management that would not only preserve all species, but also get back some species that has been lost during historic times. The nutrient budgets in this program were balanced by adding cations artificially. The third program, *bio balance, soil plus* was a combination of the two programs previously mentioned. It was designed to preserve all species of today, and the nutrient budgets were balanced by adding cations artificially. In all three management alternatives the economical production of timber was as high as possible within the limits set up by the other objectives. In many cases this was accomplished by cultivation of pure spruce monocultures on most of the forest land that was not set aside for biodiversity protection.

Two reference alternatives were constructed: *Certification*, where the forest was managed according to the Swedish standards for forest certification by FSC and PEFC, and *forestry board*

where the forest was managed according to the advices usually given by the Swedish boards of forestry. All five management programs were run through a projection model that simulated the different management regimes over a period of 300 years. The economical result from the different programs was analysed, on a landscape level and on two different private estates, and the reference alternatives were evaluated regarding species preservation and cation budgets.

The economical result from *bio balance, soil plus* at the landscape level was about the same as for the reference alternatives. For *plus* it was slightly lower, and for *balance* it was considerably lower. On the two different estates that were studied the results differed a lot. On one estate the economical result for *balance, plus* and *bio balance, soil plus* was higher than for the reference alternatives. On the other estate the result was much lower. The evaluation of the reference alternative showed that none of them reached the sustainability goals regarding the preservation of species and the nutrient balances.

We conclude that in the landscape of Stenbrohult it is possible to reach a sustainable forest management when it comes to biodiversity, nutrient balances and economy. This could be obtained by a management like *bio balance, soil plus* where large areas are set aside for biodiversity protection while the rest of the forest land is intensively managed with nutrient compensation. The main disadvantage is that it gives very different economical results on the different forest estates. It can also be negative from risk perspective since the timber production is very standardized all over the landscape.



# Inledning



Begreppet uthållighet har idag blivit en ledstjärna i all samhällsutveckling, så även inom skogsforskningen och i det praktiska skogsbruket. Uthållighet i skogsbruket har under lång tid i princip varit liktydigt med en jämn, förutsägbar virkestillväxt och ekonomisk avkastning. Sett i historiens ljus är förstås denna volyminriktade uthållighetstanke fullt förståelig då virkesbrist varit en historisk realitet på många ställen i södra Sverige, liksom i Västeuropa i stort. Under senare år har uthållighetsbegreppet utvidgats till att även innefatta andra aspekter såsom bevarande av skogsmarkens biodiversitet, även om denna för tillfället inte är ekonomiskt intressant. En tydlig manifestation av detta är 1994 års skogsvårdslag där miljömålet och produktionsmålet skall väga lika tungt (Anon 1994, Ekelund & Dahlin 1997).

Inom forskningsprogrammet SUFOR (Sustainable forestry in southern Sweden) har det sedan starten 1997 bedrivits forskning kring en rad olika uthållighetsaspekter, där de mest framträdande har varit ekonomi, biodiversitet, markens näringsbalanser, vattenkvalitet, sociala värden samt olika former av risker. Inom programmet har kunskap och modeller tagits fram för att hantera dessa aspekter, och denna studie grundar sig på detta arbete.

I arbetet med denna rapport har vi valt att fokusera på tre aspekter på uthållighet: Bevarad biodiversitet, bibehållen marknärlig status och god ekonomi. Detta är tre centrala områden inom SUFOR, och de områden där vi inom programmet kommit längst med utvecklingen av modeller. En huvudtanke med rapporten har varit att tillämpa de modeller som tagits fram inom SUFOR på ett verkligt landskap och studera effekterna av att bruka skogen på ett uthålligt sätt under lång tid. Vi har också vela sätta fokus på de privata skogsfastigheterna. Majoriteten av skogsmarken i Sydsverige är privatägd och de flesta landskap är uppdelade i ett stort antal privata skogsfastigheter. Vi har därför belyst effekterna av olika tänkbara skötselprogram både på landskapsnivå och på fastighetsnivå.

En bärande tanke i denna rapport har också varit att dra studien ett steg längre än många tidigare rapporter som enbart fokuserat på en eller två aspekter av uthållighet (se t ex Pukkala et al. 1995, Lämås et al. 1996, Dahlin et al. 1997, Næsset et al. 1997, Agestam et al. 2002, Andersson et al. 2002, Jasinski et al. 2002). I slutänden kommer det i det praktiska skogsbruket att handla om att försöka uppnå så många av uthållighetsmålen som möjligt på samma gång, och studier av hur man kan uppnå flera av målen samtidigt är därför av största vikt. Vår ambition har varit att lägga samman tre viktiga aspekter av uthållighet och undersöka om det går att sköta ett landskap så att alla de tre uthållighetsmålen nås. Om detta visar sig vara möjligt vill vi också studera vilka övriga konsekvenser en sådan skötsel skulle ge.

De inom SUFOR utvecklade modellerna har i denna rapport använts i två steg. I ett första steg har modeller för biodiversitetens utveckling och markens långsiktiga näringsbalanser använts för att konstruera skötselprogram som vi bedömer uppnår de uppsatta uthållighetsmålen inom dessa områden. I ett andra steg har en modell för skogsbruk och skogens utveckling över tiden använts för att studera effekterna av de olika skötselprogrammen.

Syftena med rapporten kan sammanfattas enligt följande:

1. Studera hur en skötsel för bevarad biodiversitet kan se ut i ett landskap som Stenbrohult med förhållandevis rik biodiversitet.
2. Studera hur en skötsel för att långsiktigt bevara markens näringsstatus kan utformas i ett landskap som Stenbrohult.
3. Studera möjligheterna att kombinera den skötsel som krävs för att bevara biodiversiteten med den skötsel som krävs för att långsiktigt bevara markens näringsstatus.
4. Studera konsekvenserna av en skötsel i enlighet med ovan angivna uthållighetsmål, både på landskapsnivå och på fastighetsnivå.



# **Material och metoder**

# Stenbrohultsområdet

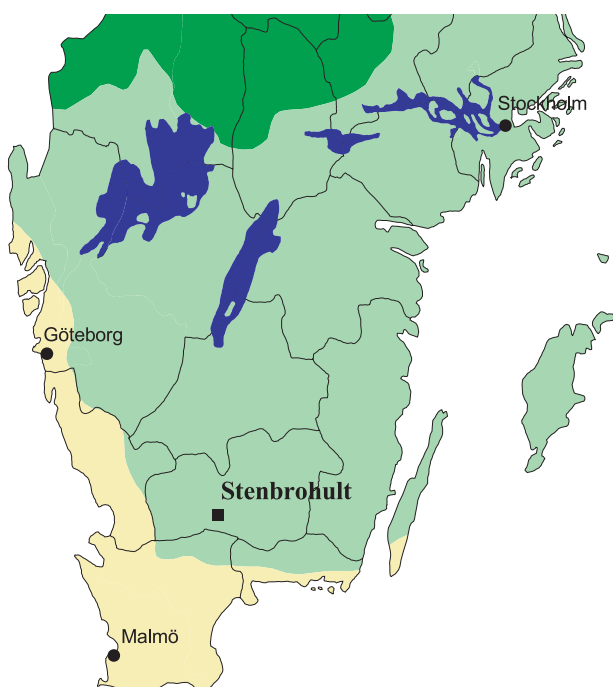
## Allmän beskrivning

Stenbrohult är beläget öster om sjön Möckeln i Älmhults kommun i södra Kronobergs län (figur 1). Det studerade området sträcker sig ca 4 km söderut, ca 8 km norrut och ca 4 km österut från Stenbrohults kyrka (figur 2). Med denna utsträckning täcker det in nästan hela den östra stranden av Möckeln med dess många uddar och öar, samt betydande områden öster därom. Den totala landarealen uppgår till ca 5200 ha, varav 73 % är skogsmark (tabell 1).

## Stenbrohults socken - en kort sammanfattning

Denna sammanfattning och beskrivningen av landskapsutvecklingen nedan grundar sig främst på Nilssons och Rundlöfs (1996) bok om socknen. Stenbrohults socken omfattade i äldre tid även

Figur 1. Stenbrohult är beläget i södra Småland. Färgerna markerar olika vegetationszoner där gult är nemoral zon, ljusgrönt är hemiboreal (boreonemoral) zon och mörkgrönt är boreal zon.



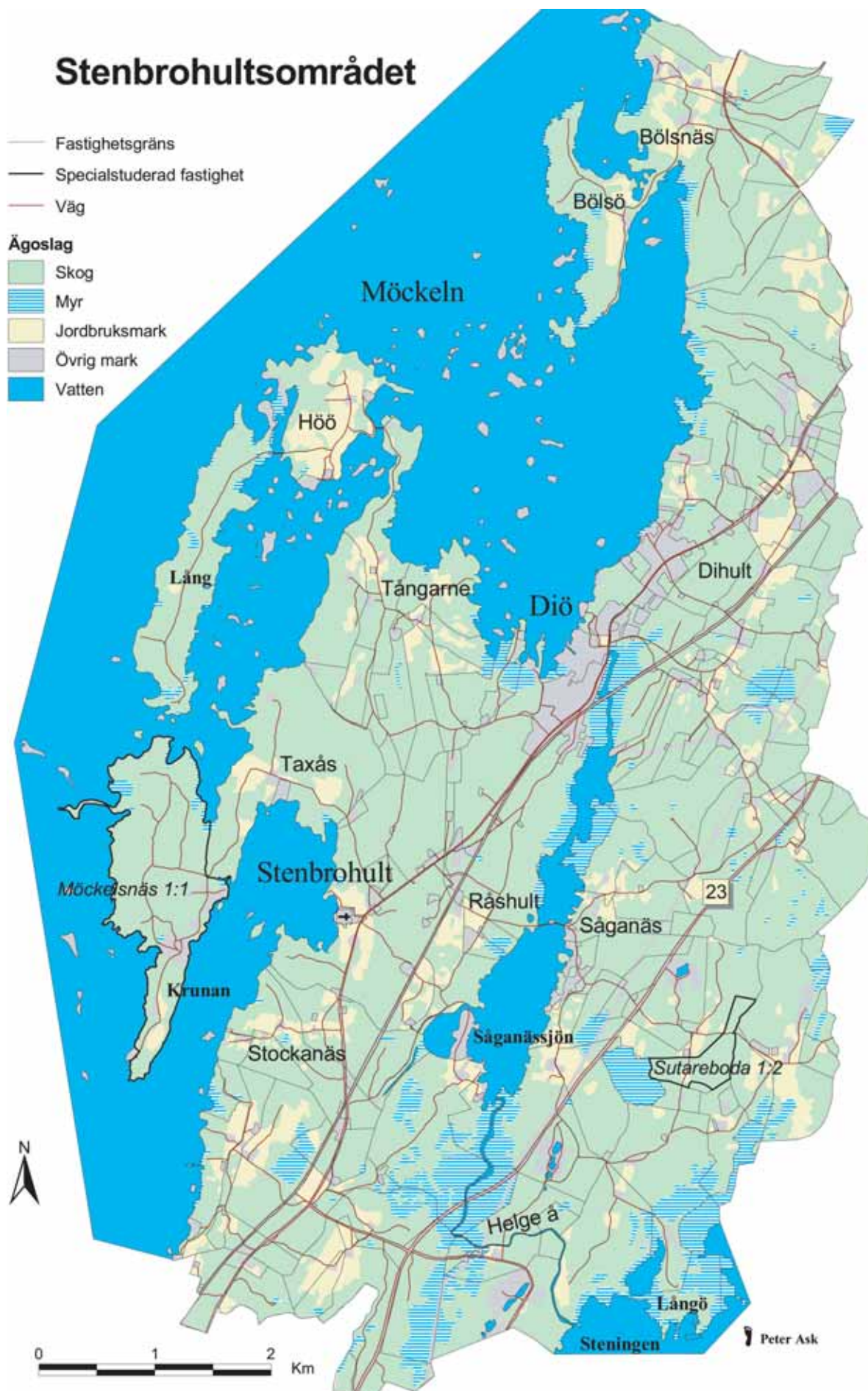
| Ägoslag                  | Areal (ha) | Andel (%) |
|--------------------------|------------|-----------|
| Skog                     | 3 789      | 73        |
| Myr                      | 411        | 8         |
| Bergimpediment           | 2          | 0         |
| Jordbruks- och betesmark | 503        | 10        |
| Övrig mark               | 493        | 9         |
| Totalt                   | 5 198      | 100       |

Tabell 1. Ägoslag, areal och andel av landytan i Stenbrohultsområdet.

huvuddelen av nuvarande Älmhult församling som bildades med sentida gränser först vid 1900-talets början. Ön Höö i Möckeln räknades fram till 1908 till Sunnerbo härad och Agunnaryds socken, medan ett par hemman i norra delen av Stenbrohult räknades till Virestad. Numera ingår Stenbrohult som en del i Älmhults kommun i sydligaste Småland.

Stenbrohult ligger på gränsen mellan granit- och gnejsberggrunden. Dessa urberg är näringsfattiga och med låg kalciumhalt. I gränzonen finns stråk med mer kalciumrika bergarter, särskilt hyperitdiabas, i trakten kallad grönsten eller "svart granit". Detta gör att marken är bördigare och vegetationen artrikare på och i anslutning till grönstensområdena. Grönstensområdena i Brännhult, Saganäs, Sutareboda och Värpeshult är kraftigt omvandlade av stenbrytning, men de på Möckelnäs (Krunan), Taxås, Tångarna och Höö är mer orörda. Dessa fyra områden har en artrik vegetation dominerad av lövskogar. Numera härskar annars grandominerade barrskogar i trakten, men detta är en sentida företeelse. De nord-sydgående grusåsarna i socknen minner om inlandsisens avsmältning i trakten för 12000 år sedan. Många åspartier är borta p.g.a. grustäckt, men de markanta "Getaryggarna" väster om Biersjön och Saganässjön ger dramatik åt landskapet. För övrigt är det endast grönstensbergen och några moränhöjder som bidrar till en mer varierad topografi. Sydsmåland är ett skogbevuxet slättland.

Längs större delen av socknens västra gräns utbreder sig sjön Möckeln - namnet betyder den stora sjön. Två mindre sjöar, den sänkta Steningen och



Figur 2. Det studerade området.

den något uppdämda och reglerade Såganässjön finns längs Helge å uppströms Möckeln i socknens centrala del. Stenbrohults södra del domineras av mossar, men dessa är omvandlade genom dikning och torvtäkt. Även de flesta naturliga kärrmarkerna är utdikade, men några sjöar som sänkts har givit upphov till gungflykär. Boskapsskötsel har under flera hundra år fram till början av 1900-talet varit den dominerande näringen i Stenbrohult. Under senare år har däremot skogsbruk och småindustri tagit över denna roll. En del småindustri har utvecklats till stora bolag och det gäller speciellt IKEA.

## Historik

### *Skogen i Stenbrohult 5 000-500 år tillbaka*

Genom pollenanalys på tre platser på gårdarna Råshult och Djäknabygd har vi fått en inblick i vegetationsutvecklingen i trakten flera tusen år tillbaka (Lindbladh & Bradshaw 1995, Lindbladh & Bradshaw 1998, Lindbladh & Nilsson 1999). Vi vet genom fornyfynd att stenålders-människor besökte Stenbrohult, men deras påverkan på skogen var obetydlig. Trädslagsrika lövskogar med ek, lind, björk, al och hassel som viktigaste arter utbreddes sig över trakten. Tall och björk fanns på mossar, medan asp framför allt växte tillsammans med björk, tall och ek på brandfält. Denna vegetation förekom relativt stabilt under flera tusen år. Först på vikingatiden finns tecken på små odlingar i skogen samt ytterligare bränder som kanske delvis orsakades av människan. I stort fanns den trädslagsrika lövträdsdominerade urskogen kvar i socknens centrala del in på 1200-talet. Först då

började människan öppna upp skogen i större utsträckning. Vid denna tid kom boken in som ett viktigt träd, samtidigt som linden minskade. Skogsbetet av tamdjur var nog ett viktigt skäl till denna trädslagsändring (Nilsson 1997). Ännu idag kan man på de tidigare betesfredade inägomarkerna se hur nötkreaturens bete starkt missgynnar linden.

Antalet bränder i skogarna ökar med människans inträde på scenen under medeltiden. Vi tror att bränder för att förbättra betet och röja odlingsmark var orsaken. Linné har beskrivit hur det gick till i trakten i början av 1700-talet:

*“I denna aldra magraste jord växte nu tall på höjderna men gran och en där det var något mera sidlänt, vilka uppkommo efter bränningen till skog (såsom efter förra svedningen) och blevo så fullvuxne, att de huggdes och åter brändes om 20 eller högst 30 år.... När nu skogen var uppvuxen, kvistades han ifrån roten uppåt, nästan så högt som en karl. Året därefter huggdes han neder och torkades över sommaren. Änteligen itändes han emot vädret och brändes av, då alla kvistar, grenar och mossor förbrändes intill alven, och alla stenar lågo nakna. Stockarne, som blevo kvar efter bränningen, kallades smetved. Med dem uppstängdes en gårdsgård helt löst omkring fällan. Första sommaren såddes här rovor, som blevo ansenligt stora och söta. Sedermera såddes här finnråg eller vinterråg emot hösten eller efter midsommaren, som med hackor nedkrattades och året därpå gav en hög råg, vilken avskuren klövjades på hästryggen och hemfördes. Året efter sådesbärgningen stod fällan ännu instängd och*

Figur 3. Ädellövskog med en mångfald av trädslag och trädåldrar på Krunan, Möckelsnäs. Denna typ av trädslagsrik lövskog dominerade stora delar av Stenbrohult fram till 1300-talet.



*gav högt och löst gräs, på vilket hästarne och ung boskap betades.”*

I många fall såddes råg redan första året, men den högavkastande finnrågen som Linné nämner kom sannolikt till trakten först på 1700-talet. På medeltiden var korn det viktigaste sädesslaget.

Människans påverkan på skogen var lokalt begränsad och vid medeltidens slut var Stenbrohult ännu ett varierat naturlandskap med urskogens och våtmarkernas rika fauna och flora i det närmaste intakt.

### *Bebyggelsehistoria och befolkningsutveckling*

Sockennamnet Stenbrohult är sammansatt av stenbro - väganläggning i sankmark - och hult, som betyder skogsdunge. Det allra äldsta belägget för Stenbrohult som socken är från 1337, då både kyrka och kyrkoherde omtalas. Källmaterialet för Varend är mycket svagt för tiden före 1300, men Lars-Olof Larsson, som grundligt utforskat det medeltida Varend, håller för sannolikt att flertalet socknar i gränsbygden tillkom senast under 1200-talets förra hälft.

Det första tillfälle vi kan få en någorlunda säker uppfattning om antalet personer som förr bodde i Stenbrohult är 1545, då de första jordeböckerna upprättades. Inom nuvarande socken fanns då minst 57 gårdar, de flesta ensamgårdar. Antalet personer per gård var knappast mer än fem, vilket skulle innebära omkring 300 personer. En uppskattning från år 1618 visar på en fördubbling till ca 600 personer, men därefter följde pest, missväxt och krig. Detta medförde tydligen en befolkningsminskning, enligt församlingens äldsta bevarade kyrkobok från 1690. I denna redovisas 103 bondehushåll, 2 präster, 3 saltpetersjudare, 1 trumslagare, 2 soldater och 1 masmästare med drängar vid Diö masugn. Tillsammans 422 personer, varav 29 “inhyser” och 127 barn. I 1729 års husförhörslängd upptas by för by innevånarnas antal, som mest 24 i Tångarne, och totalt i socknen 578 personer. Från 1750 finns säkrare statistik, som visar på en mycket snabb befolkningsökning, särskilt under 1800-talet. Under 1800-talet mer än fördubblades folkmängden i Stenbrohult. Från 1900 till 1910 minskar socknens folkmängd från 3400 till 2700 personer, men detta beror på att Älmhults köping bröts loss från Stenbrohult år 1901. År 1910 hade Älmhult 1109 personer. Socknens folk-

mängd ökar därför egentligen till omkring 1920, varefter en svag minskning sker.

### *Skogens förändring - från urskog till kulturskog*

Under de 800 år som människan har påverkat skogen i Stenbrohult i större utsträckning har den omvandlats från en trädslagsrik lövskog till en artfattig barrskog. Trots allt finns det kvar flera hundra hektar av lövskogen, mer än i de flesta andra trakter. Den kraftigaste förändringen av skogen har skett de senaste 150 åren.

För länge sedan använde människan främst elden för att omvandla skog till åker och äng. Studier på kyrkomarken i centrala Stenbrohult har också visat att mängden bränder ökade under 1200-talet och förekom ofta till omkring år 1800 (Lindbladh & Bradshaw 1998). Dessa bränder missgynnade ädellövträden, men gynnade tall och övriga lövträd. Bränderna skapade också många döda träd. Pottaskebränning var en viktig inkomstkälla för Sydsmålands bönder under 1600- och 1700-talen, och bokved var den mest eftertraktade råvaran. Eftersom boken tillhörde de s.k. bärande träden måste man ansöka om tillstånd att avverka bok. Vi vet t.ex. att man i Råshult ansökte och fick tillstånd att avverka gamla bokar i början av 1700-talet. År 1784 fick man tillstånd att avverka 250 av totalt 2000 vuxna bokar i Lindhult. Detta motiverades med att bokarna “Hindra rödning uti detta hemmans öfver alt med odugliga Boker ock furskog öfvervuxna kohage.” Tvåhundra år senare finns endast spridda bokar kvar i Lindhult. På sina ställen i Småland förekom dessutom omfattande olagliga avverkningsavbokningar, vilket också innebar minskande tillgång på bok under denna tid.

Ett citat från Carl Hallenborg vid mitten av 1700-talet kan ge en bild av rikedomerna på ruttnande ved i skogen för 250 år sedan:

*“En skogsälskare kan hisna, då han kommer ifrån Skåne in öfver småländska gränsen och får se de grufvelige stora fällar, afblåsta träd och i skogen nedliggande samt uprutnande timber och ved. Det ser ut på somblige ställen, som en med flit allmen förödning öfvergådt skogen mera af oväns hand än af landsens egne barn och hushållare.”*

Det är ingen tvekan om att mängden murkna träd var mycket större i äldre tiders landskap än i nutidens (Nilsson et al. 2005, Niklasson & Nilsson 2005). De var först vid mitten av 1800-talet som

andra träd än ek och bok fick så stort värde att man brydde sig om att mer systematiskt ta tillvara vindbrutna träd (se även nedan under tjärbränning, pottasketillverkning och skogsbruk).

Under 1800-talet ökade mängden av människans betesdjur i skogarna. Deras bete missgynnade lövträden, men gynnade framför allt granen. Gran invandrade till trakten norrifrån, troligen under 1600-talet. I skattdokumentationerna nämns gran från utmarken i Såganäs 1708 och Tångarne 1715. Särskilt fram till mitten av 1800-talet fanns många getter i skogen, och både getter och får ansatte lövträdsföryngringen hårt. Som en följd av detta föreslog Kongl. Maj:t 1857 att *“allt svedjande i skog och betesmark äfvensom getters utsläppande i skog förbjödes.”* Detta genomfördes inte, men i alla fall minskade getternas antal kraftigt vid denna tid, men fårens antal förblev högt. Trots det hårda skogsbetet under 1800-talet visar generalstabens karta från 1860-talet att det mesta av Stenbrohults yta då täcktes av lövskog (Nilsson & Rundlöf 1996). Tamdjurens hårda bete bör dock ha medfört att mycket av trädföryngringen utgjorts av gran, en viktig orsak till grandominansen i 1900-talets skogar. En annan anledning till detta är brännvedshuggningarna på 1940-talet. De s.k. bränselekommissionerna tvingade alla skogsägare att avverka en viss volym brännved. Detta drabbade då främst de vid denna tid ekonomiskt minst värdefulla träden, lövträd och gamla halvrudda träd. Många gamla lövträd lär ha fallit i södra Sverige under andra världskriget.

Figur 4. Betande djur har haft stor påverkan på vegetationen och landskapet i Stenbrohult.



Betesdjuren togs i början av 1900-talet bort från de flesta kvarvarande utmarkerna. Betet överflyttades i stället till de tidigare slåtterängarna, som blev de nya hagmarkerna. Detta medförde att lövträden kunde föryngras på de tidigare utmarkerna. Hur skogsmännen såg på de blandskogar som då uppstod framgår av ett citat från 1959:

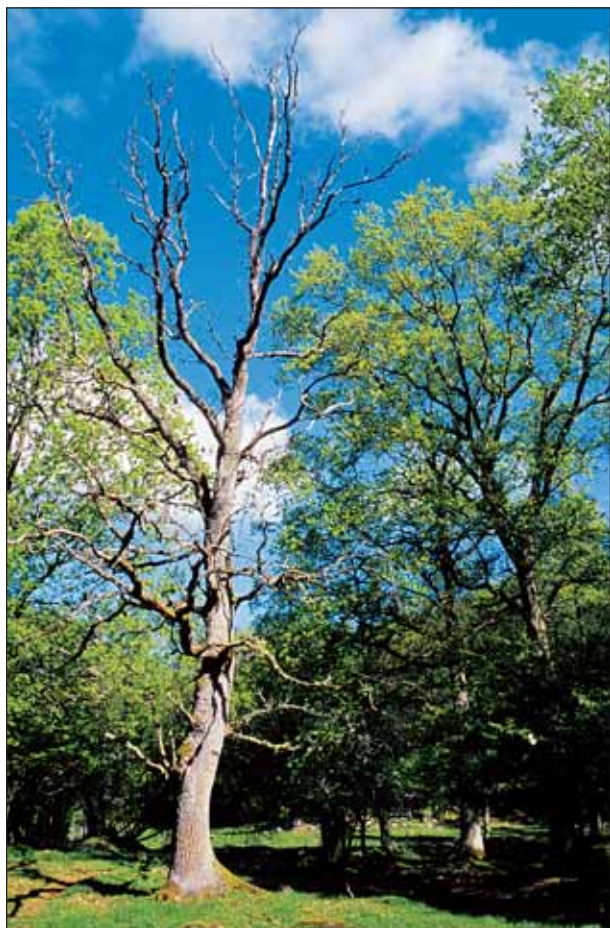
*“En för skogsbruket föga önskvärd barr-blandskogstyp med rikligare lövträdsinslag har i modern tid utvecklats bl.a. inom Götalands barrskogsområde..., nämligen där barrskog koloniserat gamla hagmarker och degenererade lövängsområden med dominerade björk, asp och rönn. Ofta äro dessa marker synnerligen bördiga och trädslagsblandningen bör utan dröjsmål regleras till fördel för barrträden.”*

Denna önskan blev bönhörd, och blandad löv-/barrskog är den skogstyp som minskat mest under senare decennier.

Numera är grandominerad barrskog den helt förhärskande naturtypen i Stenbrohult. Det är framför allt människan och hennes husdjur som omvandlat den trädslagsrika lövskogen till den artfattiga barrskogen (Nilsson 1997, Nilsson et al. 2005).

### Trädfridlysning förr

Eken var skyddad för avverkning utan tillstånd på skattejord fram till 1830, och boken var fredad på motsvarande sätt fram till 1793. Detta skydd för s.k. bärande träd infördes av Gustav Vasa 1558. Genom “utsynning” kunde bonden få tillstånd att avverka ek och bok, men då skulle han plantera två nya för varje avverkat träd eller skydda två ungträd från betesdjur. Särskilt hårt kontrollerades kronojord samt militära och kyrkliga boställen. Dessa berördes inte av 1830 års förordning och där fick under 1800-talet varken boställsinnehavare eller senare arrendator fritt förfoga över ek. Det statliga förbudet mot avverkning av bok och ek var rigoröst och gällde även döda och skadade träd. I 1734 års byggningsbalk stadgas att på allmänning, krono- eller skattejord skulle “gammal och förtorkad ek eller bok” utsynas av nämndmän och jägeribetjänt innan den fick huggas. Träden fick heller inte skadas. I 1746 års förordning om ekar sägs att *“den som olofwandes hugger någon ek el-*



Figur 5. Grövre stående döda ekar hyser många hotade arter, särskilt om de står solbelyst som här i en hagmark på L. Stenbrohult.

ler genom hamlande, barkens afskalande, ris och löfs brännande wid ängsrödning, eller på annat sätt skadar och förderfwar någon ek” på allmänningar, krono- eller skattejord skulle straffas, vid tredje resan med hemmanets förlust. På den tiden en oerhört hård bestraffning! Före 1752 var bönder på skatte- och kronojord t.o.m. förbjudna att utnyttja vindfällan av ek och bok utan föregående utsyning. Även därefter skulle jägeribetjäningen ha uppsikt över hur dessa användes av bönderna. Man kunde därför inte ta död på träden och sedan legalt hugga ned dem.

I 1734 års byggningsbalk stadgades att den som fällde lönn, lind, alm eller ask var skyldig att vårda ett annat träd av resp. art i dess ställe. Man förstod att dessa trädslag var hotade redan då! Fem år senare förbjöds “björkträds fällande och topphuggande till löf- och näfvertäkt, derest detsamma ej till ved eller annat angeläget behof voro erforderligt.” På boställena [kyrkoägda gårdar] förblev eken kronans egendom och boställsinnehavaren var tvungen att ansöka om tillstånd för att få avverka. Gjordes sådana ansökningar i Stenbrohult?

Ett dokument i den äldre Skogsstyrelsens inkommande handlingar från 1870-talet ger oss nästa uppgift om ekarna på Råshults kommunisterboställe d.v.s. Södergården. År 1879 räknade man här till “315 st vrakekar, de flesta af dålig beskaffenhet. Af dessa vrakekar befinnas 75 st stå till ganska stor skada för boställets åkerjord hvilka således behöfva borttagas.” Vrakekar innebär genom röta odugliga ekar. Man fick tillstånd att hugga 25 av dessa 75 ekar som stod nära åkrarna. Från Stenbrohults prästgård uppges samtidigt “513 st vrakekar, de flesta av dålig beskaffenhet. Dessutom en mängd risiga och odugliga ekbuskar uppvuxta från gamla ekstubbar.” Först 1935 avskaffades det strikta skyddet av ek och bok på kyrkans mark (Eliasson 2002).

## Skogsmarken

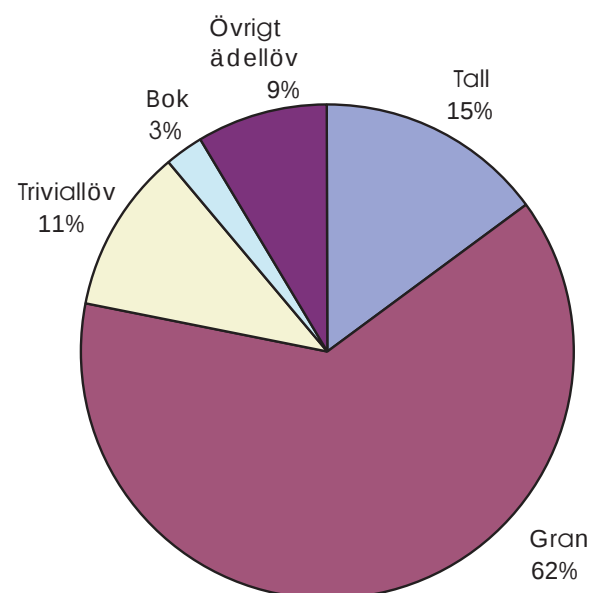
### Trädslag

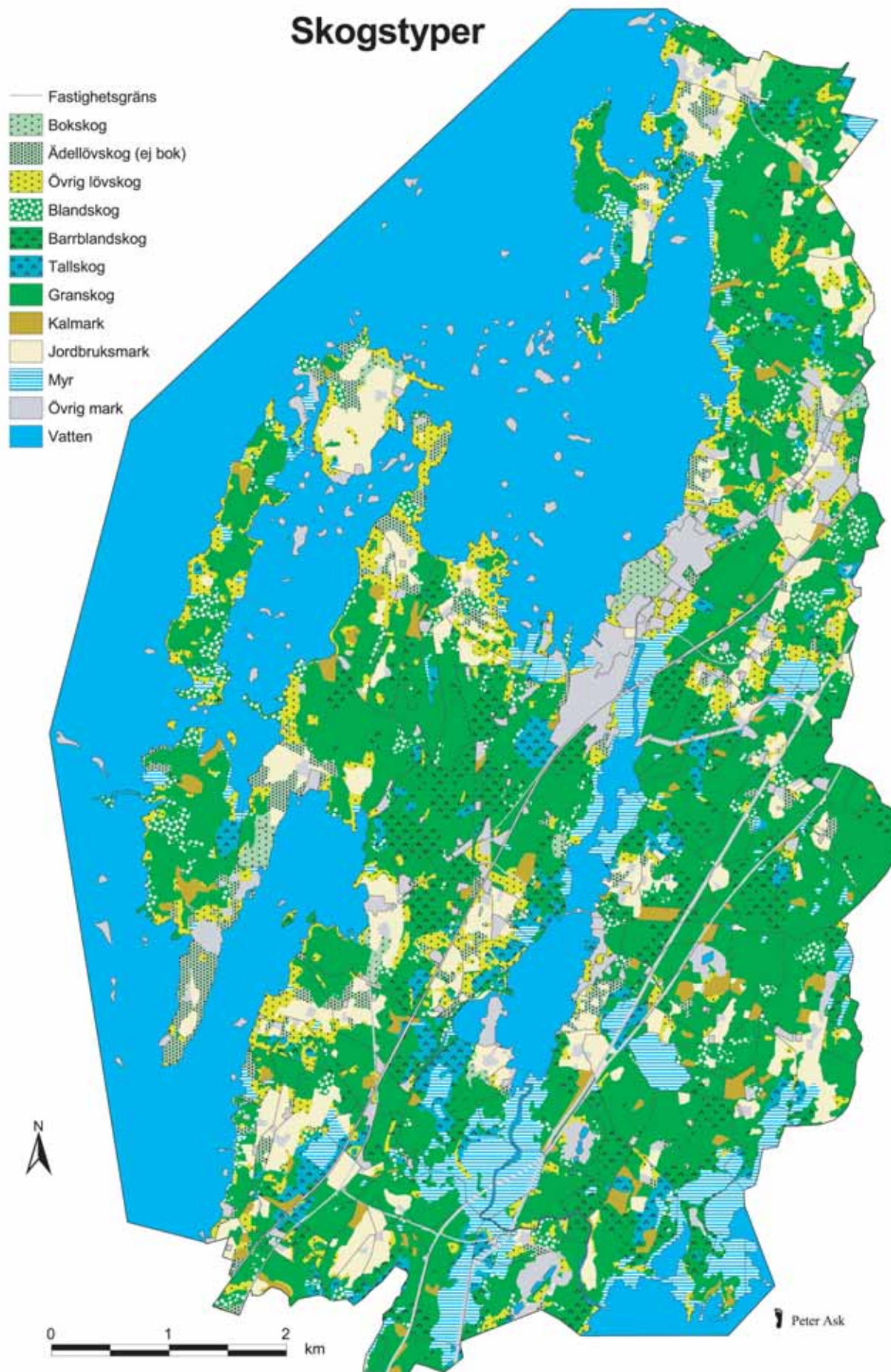
Trädslagsfördelningen inom det studerade området framgår av figur 6. Gran dominerar med 62 % av virkesförrådet, medan den totala andelen lövträd är 23 %. Utbredningen av olika skogstyper (baserat på trädslag) framgår av figur 7.

### Bonitet

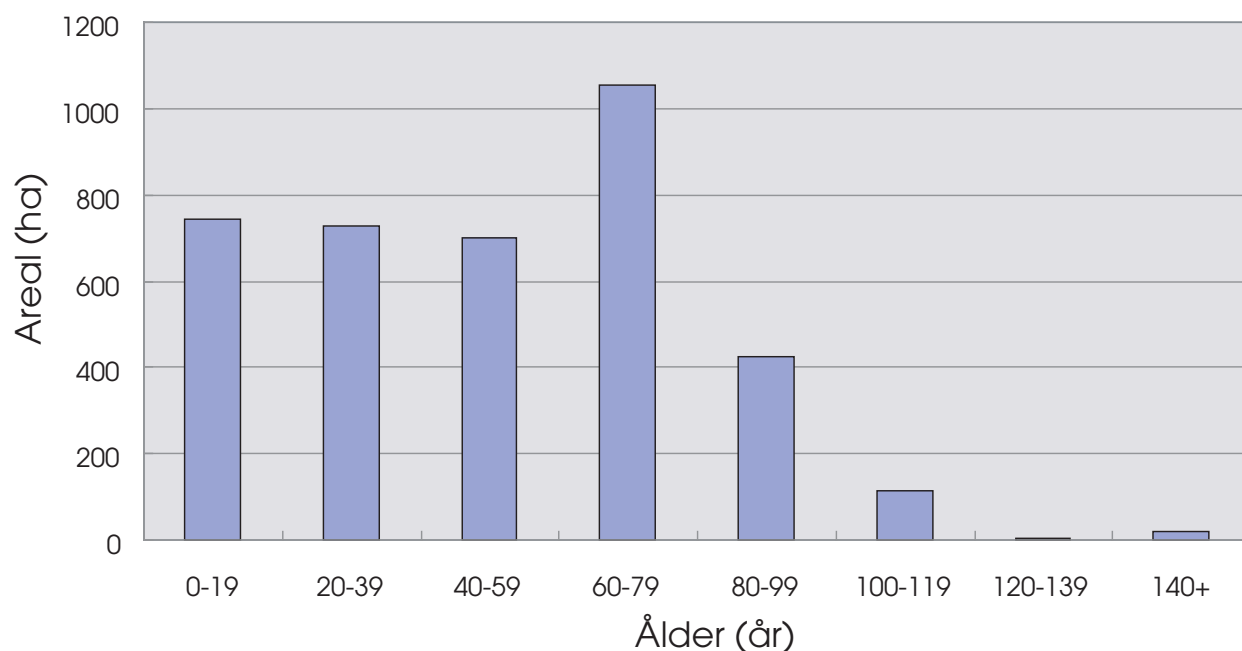
Medelboniteten för området uppgår enligt tillgängligt skogsdata till 7,6 m<sup>3</sup>sk/ha o år. Då 16 % av skogsmarksarealen har en bonitet som baseras på ståndortsindex för olika lövträd, och då dessa arealer till stor del är lokaliserade till områden med bördig mark, drar detta ner bonitetssiffrorna jäm-

Figur 6. Trädslagsfördelning som procent av virkesförrådet.





Figur 7. Skogstyper baserat på trädslag i det studerade området.



Figur 8. Åldersklassfördelning i det studerade området.

fört med ett område helt boniterat efter gran och tall. En omräkning av lövboniteterna till gran ger ett medel för hela området på 8,6 m<sup>3</sup>sk/ha o år. Förutom detta finns det även indikationer på att boniteterna i datamaterialet är kraftigt underskattade, varför det finns anledning att misstänka att medelboniteten i själva verket ligger ett par-tre kubikmeter högre än siffrorna ovan. En noggrannare undersökning av detta saknas emellertid, varför de nu tillgängliga siffrorna för ståndortsindex och bonitet genomgående använts i denna studie.

### Åldersklassfördelning

Åldersklassfördelningen i området framgår av figur 8. Som synes finns en övervikt av medelålders till äldre skog (åldersklassen 60-79 år) medan det finns mycket lite skog som är över 100 år gammal.

### Ägarförhållanden

Stenbrohultsområdet består av 89 st fastigheter som har en produktiv skogsmarksareal om minst 5 ha (figur 2). På dessa 89 fastigheter återfinns 98 % av skogsmarksarealen i området. De resultat som redovisas på fastighetsnivå i denna studie utgår från dessa 89 fastigheter. Utöver dessa finns ett antal mindre fastigheter med några få hektar skogsmark. Dessa finns med i studierna på landskapsnivå, men inte på fastighetsnivå.

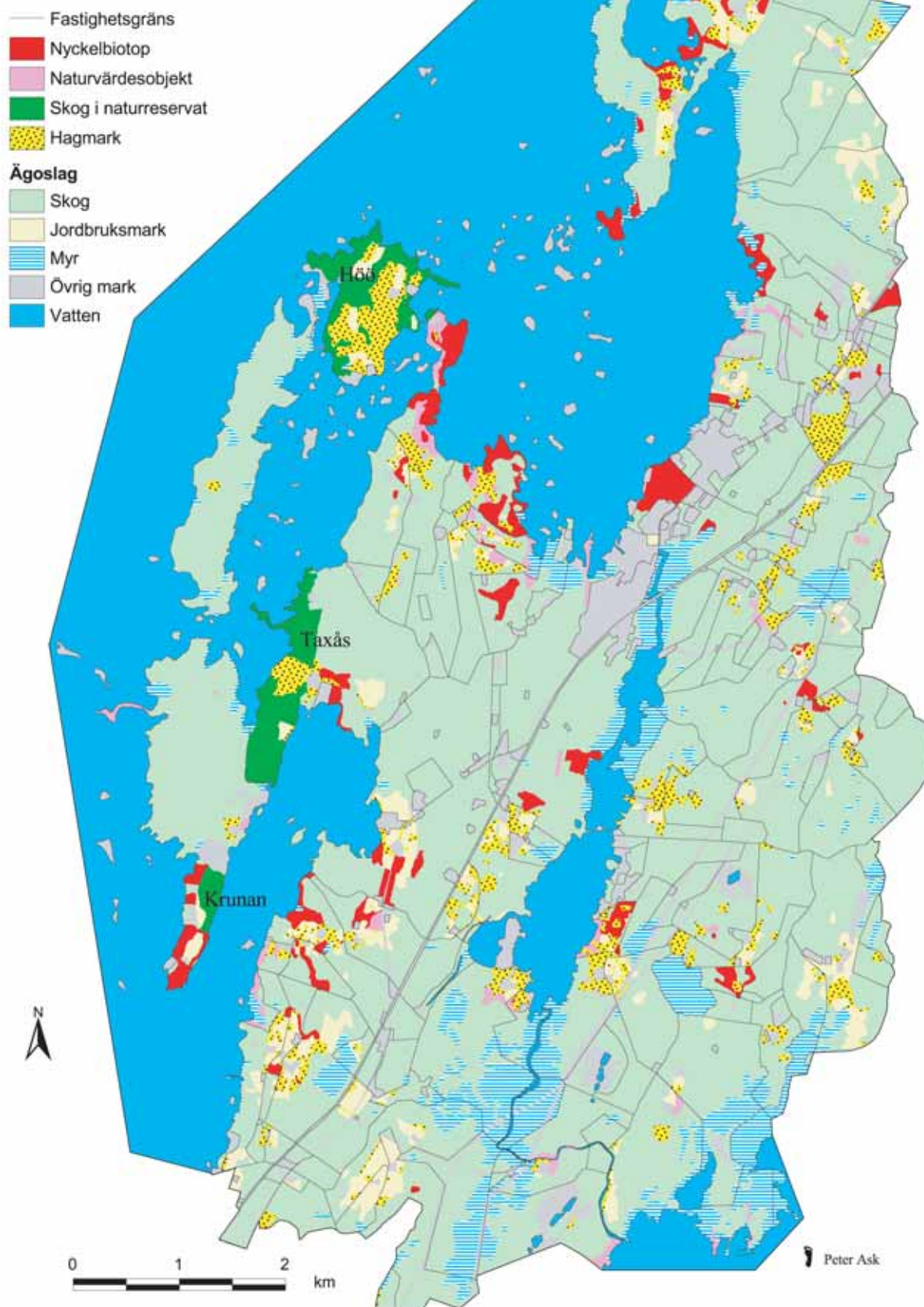
Medelarealen för de 89 fastigheterna är 40,5 ha, men spridningen är stor. Sex fastigheter är på över 150 ha, och på dessa återfinns 29 % av skogsmarksarealen i landskapet. Ett tiotal fastigheter ligger precis över 5 ha i skogsmarksareal. Även när det gäller ägare är diversiteten stor. Växjö stift äger den största fastigheten (198 ha skogsmark), och den tredje största ägs av Ikano AB. De flesta fastigheter ägs av en eller flera privatpersoner, men även stiftet, Älmhults kommun och några olika aktiebolag finns representerade.

### Områden med höga naturvärden

I det studerade området finns tre naturreservat med skogsmark: Krunan, Taxås och Höö (figur 9). Alla tre ligger på öar eller uddar i sjön Möckeln, i anslutning till ett stråk av grönsten som sträcker sig i nord-sydlig riktning. Den totala arealen skogsmark som omfattas av reservaten uppgår till 105 ha, och domineras av ädla lövträd. I de tre naturreservat som har inrättats har äganderätten kvarstått hos de ursprungliga ägarna, men dessa har fått kompensation i form av intrångsersättning.

Skogsvårdsstyrelsen i Jönköping-Kronoberg har genomfört en nyckelbiotopsinventering (NBI) i området, och 61 st områden har identifierats som nyckelbiotop (figur 9). Detta innebär en täthet av 16,1 nyckelbiotoper per 1000 ha, vilket kan jämföras med 3,8 per 1000 ha som är genomsnittet för Kronobergs län (Anon 1999). Den totala arealen av nyckelbiotoperna uppgår till 180 ha, men

## Skog med höga naturvärden och hagmarker



Figur 9. Skog med höga naturvärden, skog i naturreservat samt hagmarker i det studerade området.

av detta finns en del mark som inte är skogsmark. Skogsmarksarealen inom nyckelbiotoperna är 154 ha, vilket motsvarar 4,1 % av skogsmarksarealen i området. Genomsnittet för Kronobergs län är 0,7 % (Anon 1999).

Nyckelbiotoperna är koncentrerade till de större sjöarna i området, speciellt kring Möckeln. Skogen i nyckelbiotoperna domineras av ädellöv (56 % av virkesförrådet). Andelen barr uppgår till 19 %. Förutom nyckelbiotoper finns även 29 st områden klassade som naturvärdesobjekt. Skogsmarksarealen inom dessa uppgår till 57 ha. Nyckelbiotoper och naturvärdesobjekt tillsammans utgör 5,6 % av skogsmarksarealen. Det bör observeras att inga nyckelbiotoper är identifierade i naturreservaten eftersom dessa inte är invente-

servaten (Öckinger et al. 2005), en av de signalarter som används för att påvisa nyckelbiotoper.

Den totala skogsarealen inom naturreservat, nyckelbiotoper och naturvärdesobjekt uppgår till 316 ha. Detta motsvarar 8,3 % av skogsmarksarealen i området.

### Hagmarkerna

Inom det studerade området finns ca 500 ha jordbruks- och betesmark. Ungefär hälften av denna areal (260 ha) utgörs av trädbärande betesmark, d v s hagmark (figur 9). Hagmarkerna uppvisar stor diversitet i fråga om antal och storlek på träden, samt vilka trädslag som finns representerade. De vanligaste trädslagen är ek (ca 3 m<sup>2</sup>/ha

Figur 10. Under hårt betestryck kan ek och andra ädellövträd endast föryngra sig i skydd av taggiga buskar som t ex hagtorn, slån eller rosor. Hagmark på Höö.



rade av NBI. Då en stor del av de rödlistade arterna som förekommer i området har hittats just i naturreservaten (Nilsson & Baranowski 2003, Nilsson et al. 2003) kan man anta att stora delar av reservaten också håller naturvärdeskvalitéer minst i klass med nyckelbiotoperna. Detta visas också av förekomsten av signalarten lunglav i re-

grundyta i genomsnitt; uppmätt inom SUFOR-projektet) och björk (ca 2 m<sup>2</sup>/ha grundyta i genomsnitt). Vidare förekommer ett stort antal trädslag såsom lind, skogslonn, bok, skogsalm, sälg, apel och hägg. Många hagmarker har även ett rikt buskskikt med många blommande arter, t.ex. hagtorn, nypon och slån (figur 10).



Figur 11. Den rödlistade skillertickan (hotkategori VU) är funnen på två gamla bokar i Stenbrohult. Den räknas som en användbar indikatorart för skyddsvärda bok-skogar i hela Europa.

## Hotade och rödlistade arter i Stenbrohult

Stenbrohultstrakten torde vara en av de bäst kända i Sverige när det gäller rödlistade arter bundna till skog och träd. Inom centrala Stenbrohult har under de senaste 20 åren påvisats 150 sådana rödlistade arter (tabell 2), varav en kärlväxt, 3 mossor, 26 lavar (bestämda av Ulf Arup och Stefan Ekman, Lund samt Svante Hultengren, Naturcentrum), 34 svampar (bestämda av Gillis Aronsson, Uppsala och Ann-Christin Nyström, Moheda), 2 däggdjur, 6 fåglar, 1 blomfluga (coll. Markus Franzén), 1 barkskinnbagge och 76 vedskalbaggar (bestämda av f.a. Rickard Baranowski, Höör). Under 1970-talet och delvis senare inventerades kärlväxter och fåglar i Stenbrohult av bl.a. Sven Nilsson och Ingvar Nilsson (Nilsson 1980, Nilsson & Nilsson 2004). De senaste 15 åren har hotade arter bundna till bl.a. gamla levande träd och murkna träd undersökts i centrala Stenbrohult av Sven Nilsson med medarbetare (Nilsson & Baranowski 2003).

| Biotop     | Trädberoende |    |      | Ängs & betesmark |    |    | Våtmarker |    |    | Totalt |    |      |      |
|------------|--------------|----|------|------------------|----|----|-----------|----|----|--------|----|------|------|
| Kategori   | EN           | VU | NT   | EN               | VU | NT | CR        | VU | NT | CR+EN  | VU | NT   | Alla |
| Kärlväxter | 0            | 1  | 0    | 0                | 2  | 4  | 0         | 3  | 4  | 0      | 5  | 7    | 12   |
| Mossor     | 0            | 1  | 2    | 0                | 0  | 1  | 0         | 1  | 0  | 0      | 1  | 2    | 3    |
| Svampar    | 1            | 4  | 29   | 1                | 6  | 13 | 0         | 0  | 0  | 2      | 10 | 42   | 54   |
| Lavar      | 2            | 7  | 17*  | 0                | 0  | 1  | 0         | 0  | 0  | 2      | 7  | 18*  | 27   |
| Däggdjur   | 0            | 1  | 1    | 0                | 1  | 1  | 0         | 0  | 0  | 0      | 1  | 1    | 2    |
| Fåglar     | 0            | 3  | 3    | 0                | 2  | 1  | 0         | 2  | 3  | 0      | 7  | 4    | 11   |
| Kräldjur   | 0            | 0  | 0    | 0                | 1  | 0  | 0         | 1  | 0  | 0      | 1  | 0    | 1    |
| Fiskar     | 0            | 0  | 0    | 0                | 0  | 0  | 1         | 0  | 0  | 1      | 0  | 0    | 1    |
| Fjärilar   | 0            | 0  | 0    | 0                | 0  | 4  | 0         | 0  | 1  | 0      | 0  | 5    | 5    |
| Bin        | 0            | 0  | 0    | 2                | 2  | 0  | 0         | 0  | 0  | 2      | 2  | 0    | 4    |
| Skalbaggar | 1            | 12 | 63   | ?                | ?  | ?  | ?         | ?  | ?  | 1      | 12 | 63   | 76   |
| Tvåvingar  | 0            | 1  | 0    | ?                | ?  | ?  | ?         | ?  | ?  | 0      | 1  | 0    | 1    |
| Halvvingar | 1            | 0  | 0    | ?                | ?  | ?  | ?         | ?  | ?  | 1      | 0  | 0    | 1    |
| Totalt     | 5            | 30 | 115* | 3                | 14 | 25 | 1         | 7  | 7  | 9      | 51 | 142* | 202  |

\*Två arter i kategori DD har här lagts till NT.

Tabell 2. En sammansällning av antalet kända rödlistade arter i olika organsimgrupper och hotkategorier i Stenbrohult 1985-2004. Observera att några arter kan finnas i två naturtyper. CR = akut hotad art; EN = starkt hotad art; VU = sårbar art; NT = missgynnad art; DD = kunskapsbrist, men troligen hotad art.

I naturliga skogar är flera tusen arter bundna till murken ved, men i produktionsskogar slås de flesta av dessa arter ut genom bristen på gammelträd (över 150 år gamla) och grova murkna stammar. Dessa arter återfinns därför på våra s.k. rödlistor över hotade och missgynnade arter. De mest hotade arterna i Sverige räknas som akut hotade och sårbara. De riskerar att snart försvinna från landet, om inte motåtgärder sätts in. De missgynnade arterna är ännu inte lika hotade, men kan snart bli det om inte hänsyn till deras livsmiljö tas vid t.ex. skogsbruksåtgärder. Studierna av gammelträdsarterna i Stenbrohult har varit koncentrerade till områden med gamla träd, framför allt Taxås/Möckelnäs-området, Höö och kyrkans mark. Även Sällhult-Stockanäs, Tångarne och Bölsö-Bölsnäs har undersökts. Det enda större område som inte undersökts närmare (förutom när det gäller lavar), men där det finns många gamla lövträd, är Diö-Dihult-Liatorps-området.

Av i Sverige rödlistade kärlväxter finns bara en art som är bunden till skogsmark och förekommer i Stenbrohult. Det är det lilla riset ryl, som ännu växer få den f.d. sjöbottnen av Steningen på sydvästra Långö. Rylen behöver en lyckig skog med gläntor. Äldre fynd av ryl finns från Prästgården och Sällhult, men den har inte återfunnits där. Mossor har endast inventerats under en dag 2001 av Henrik Weibull, Naturcentrum och nästan bara på Tångarne. Han fann här liten trumpetmossa på kospillning i betad strandskog. Arten har minskat kraftigt under andra halvan av 1900-talet, troligen p.g.a. minskat skogsbete. I den betade strandskogen fanns mycket av arten, som inte har något annat modernt fynd i Småland. Han fann även filthättemossa på Höö i grönstensbrant under stor alm.

Vedskalbaggar är arter som lever i och på bark, murken ved eller vedlevande svampar. Bland vedsteklarna och tvåvingarna finns det säkert också många rödlistade arter i området, men dessa grupper har inte undersökts närmare. En för Sverige "ny" fluga, som lever i döda träd, har dock hittats av Rickard Baranowski på Bölsö. Fjärilar och vilda bin har studerats under senare år av Sven G. Nilsson och Markus Franzén, Lund varvid en rad rödlistade arter knutna till örtrika ängsmarker påträffats. Dessa arter påverkas negativt av skogsbruk genom granplantering av sådana områden samt även genom igenväxning efter upphörd hävd.

Utan tvekan är Stenbrohultsområdet ett av de områden som hyser flest rödlistade gammelträdsarter

i Sverige (Nilsson 2001). De rödlistade arternas miljökrav i Stenbrohult har nyligen publicerats (Nilsson 2002, Nilsson & Baranowski 2003, Nilsson & Nilsson 2004). Sammanfattningsvis kan konstateras att ädelövkogen utgör den viktigaste miljön för rödlistade och särskilt för hotade arter i Stenbrohult. Ek och bok är de viktigaste trädslagen för hotade arter. Även svämskogen längs den oreglerade sjön Möckelns stränder är viktig för traktens rödlistade arter.

En missgynnad lavart lever på gammalt blåbärsris i en hagmark och en annan på ett gammalt äppelträd, i övrigt lever alla andra kända rödlistade lavar på gamla ädellovträd. För hotade lavar är gamla levande bokar och ekar absolut viktigast i Stenbrohult. Detta är också de dominerande substraten för hotade vedskalbaggar tillsammans med gamla almar, lindar och alar samt grövre döda björkar, bokar och ekar. Trots att döda granar är det vanligaste substratet bland de grövre döda träden i undersökningsområdet har relativt få rödlistade arter och ingen hotad påträffats på gran. Döda alar är lika viktiga för rödlistade arter som döda granar, trots att de senare är mycket vanligare i området.

## Datamaterial

### Skogsmark

Skogsdata för Stenbrohultsområdet har sitt ursprung i en rad olika källor, och är också av olika ålder. Den största delen (88 % av skogsarealen) kommer från ÖSI (Översiktlig skogsinventering), ett datamaterial insamlat av Skogsvårdsstyrelsen under perioden 1982-1992. Övrigt material är skogsbruksplaner från Växjö stift, Länsstyrelsen, Älmhults kommun m fl från åren 1996-2000, samt egna inventeringar under åren 2001-2003. Ingen systematisk uppdatering av skogsdata har utförts, varför det i vissa fall speglar det skogstillstånd som rådde för 20 år sedan. Data från dessa inventeringar innehåller normalt data för skogsbruksplaner (ålder, virkesvolym, ståndortsindex mm), samt trädslag i fem olika klasser (tall, gran, triviallöf, bok, övrigt ädellov). Data för nyckelbiotoper och naturvärdesobjekt har erhållits från Skogsvårdsstyrelsen i Växjö i digital form.

### Hagmark

En översiktlig inventering av träd i hagmarker gjordes under hösten 2003. Med hjälp av data från Gröna kartan och IR-flygbilder gjordes en karte-

ring och klassning i tre olika klasser av öppenhet (enstaka träd, många träd, slutet krontak). Karteringen gav vid handen att 260 ha trädbärande hagmark finns inom Stenbrohultsområdet (figur 9). Genom ett stratifierat urval från de tre klasserna av öppenhet utvaldes 26 objekt (sammanlagt 48 ha) slumpmässigt för en översiktlig fältinventering med avseende på trädslag, medeldiametrar och grundyta. Data från denna inventering användes sedan i kombination med höjd- och trädslagsdata från karteringen av lövskog från IR-flygbilder (Ask & Nilsson 2004) för att skapa 6 olika klasser av hagmarker skiljda åt med avseende på öppenhet höjd och trädslag. Alla objekt i var och en av dessa klasser åsattes medelvärden för klassen beträffande trädslag, grundyta och stamantal. Utifrån diametrarna uppskattades också en medelålder.

### *Markförhållanden*

Berggrunden i Stenbrohultsområdet består mestadels av gnejs, men några betydelsefulla stråk av grönsten skär igenom området från nordost mot sydväst. Jordarterna i området består i huvudsak av morän, men detaljerade kartor över jordart och jordmån saknas.

Den typ av noggrann markkartering som gjordes i Asa (Holmqvist et al. 2002) finns heller inte tillgänglig för Stenbrohultsområdet. De provtagningar av marken som finns är 11 provpunkter från SGU:s ordinarie provtagningsserie samt 25 provpunkter tagna 1999 i samband med markkarteringen av Asa (Holmqvist et al. 2002) (figur 12). De 11 punkterna från SGU är systematiskt utlagda över området, medan de 25 extrapunkterna är utlagda för att täcka in en variation mellan gammal

utmark och inäga. De är således koncentrerade till vissa områden, och är varken slumpmässigt eller systematiskt utlagda. Totalt finns alltså 36 provpunkter i ett område med 3789 ha skogsmark, vilket gör en provpunkt per 105 ha skog.

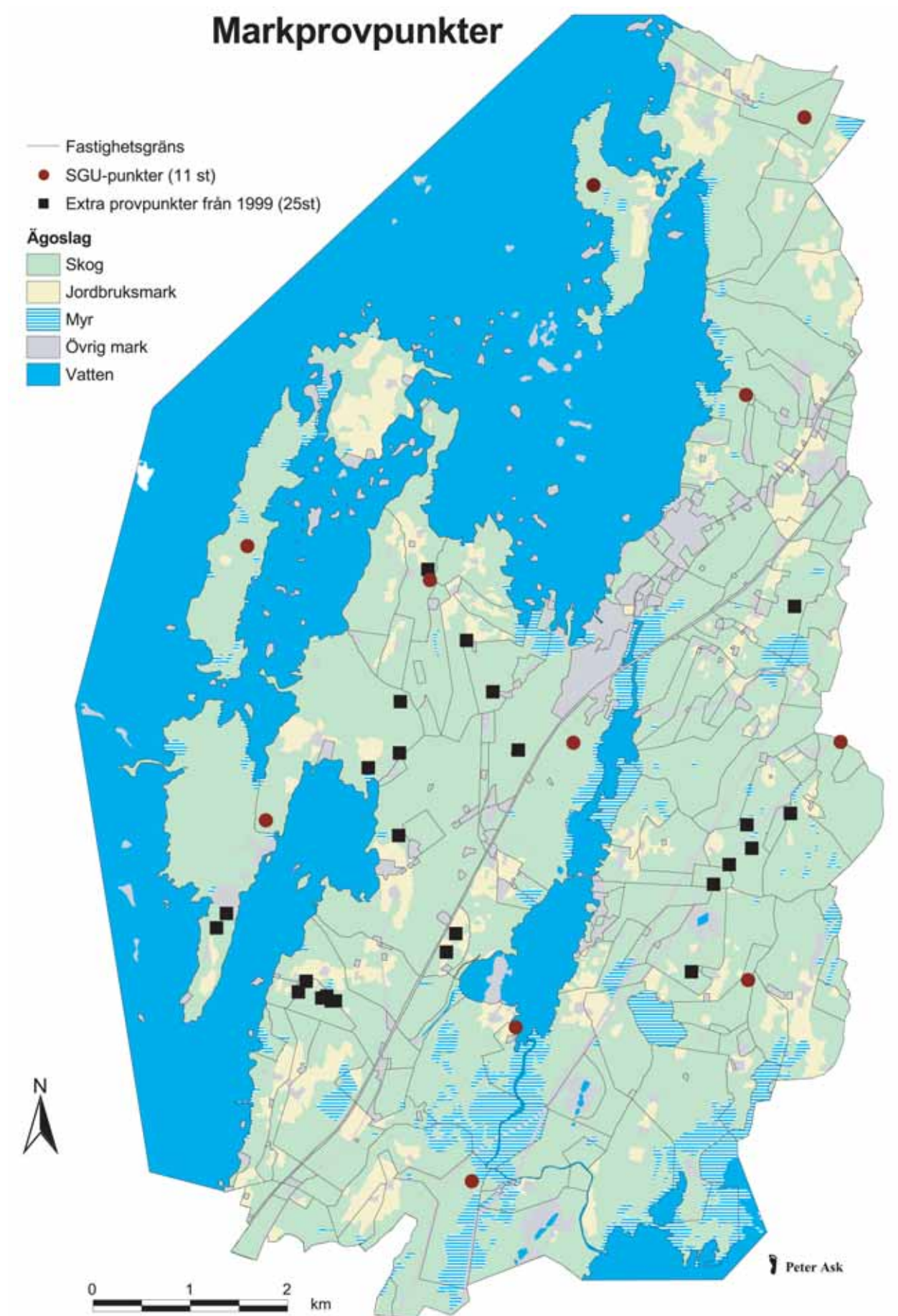
För SGU-punkterna är mineralogin beräknad utifrån totalalkemin enligt Warfvinge & Sverdrup (1995), och för de 25 extrapunkterna har "Uppsala-modellen" enligt Holmqvist et al. (2002) använts. Dessa båda metoderna liknar varandra och resultaten blir snarlika.

### **Specialstuderade fastigheter**

I detta arbete har två av fastigheterna i området specialstuderats; Möckelsnäs 1:1 och Sutareboda 1:2 (figur 2). Dessa fastigheter valdes ut för att de har olika karaktär, ligger i olika delar av landskapet och förväntades påverkas på olika sätt av de skötselprogram som studerades.

Fastigheten Möckelsnäs 1:1 utgör större delen av halvön Möckelsnäs i områdets västra del. Skogsmarksarealen uppgår till 182 ha. I östra delen av fastigheten finns mycket ädellövskog, naturreservatet Krunan med 9 ha skog och ett flertal nyckelbiotoper. Den västra delen är mer barrdominerad.

Fastigheten Sutareboda 1:2 är belägen i Stenbrohultsområdets östra, mer barrdominerade del. Skogsmarksarealen uppgår till 29 ha, och domineras av granskog. På fastigheten finns dock även blandskogar med inslag av ädellöv och en av dessa, ett 4,5 ha stort område, är klassad som nyckelbiotop.



Figur 12. Lokaliseringen av de 36 punkter inom området där markprover tagits.

# Modellbeskrivningar

## Biodiversitet

För biodiversitetens utveckling finns ännu ingen formell modell, även om arbetet på en sådan har påbörjats (Nilsson & Niklasson 2002). I denna studie har därför den kunskap och erfarenhet som kommer att ligga till grund för en biodiversitetsmodell använts på ett mer informellt sätt. En bedömning av biodiversitetens utveckling över tiden vid olika typer av skötsel har gjorts utifrån dagens kunskap om skogsdynamik, förekomst av grova levande träd, grova döda träd, habitatkrav och spridningsförmåga för olika arter (t.ex. Amcoff & Eriksson 1996, Arup et al. 1999, Bader et al. 1995, Berg et al. 1994, Eliasson 2002, Fahlvik 1999, Falinski 1986, Harmon et al. 1986, Jonsell 1999, Jonsell et al. 1998, 1999, Kaila et al. 1997, Kirby et al. 1998, Krankina 1999, Hedin 2003, Niklasson & Drakenberg 2001, Niklasson & Nilsson 2002, 2005, Niklasson et al. 2002, Nilsson 1997, 2002, Nilsson et al. 2001, 2002, 2003, 2005, Palm 1959, Ranius 2000, 2002, Ranius & Hedin 2000, Ranius & Nilsson 1997, Thorén 1997, Öckinger et al. 2002, 2005). Även skogshistorien i Stenbrohult och därmed kopplad utdöendeskuld av arter har vägts in i bedömningen (se kapitlet Historik ovan). Vad utdöendeskuld är och hur man ska ta hänsyn till den vid utformning av naturvårdsåtgärder i skog och hagar beskrivs av Niklasson och Nilsson (2005).

## Näringsbalanser

Den modell som använts vid studierna av markens långsiktiga näringsbalans är den regionala versionen av PROFILE (Sverdrup & Warfvinge 1993). Detta är en processbaserad modell innehållande beskrivningar av kemisk vittring av olika mineral, utlakning och anrikning av lösta ämnen samt jämviktsreaktioner i lösningar. I PROFILE delas marken in i skikt med olika egenskaper, oftast baserade på den naturligt förekommande skiktningen i marken. Med hjälp av uppgifter om mineralogi, markfuktighet, textur, temperatur, nederbörd mm beräknas vittringen i de olika skikten. Utdata från modellen är de långsiktiga vittringshastigheterna

för kalcium, magnesium, kalium och natrium. Modellen körs med data som samlats in punktvis, och för att få yttäckande värden måste en generalisering över ytan göras med hjälp av värdena i punkterna. En utförlig beskrivning av modellen återfinns i Sverdrup et al. (2002) s 173.

För att göra budgetberäkningar för de tre baskatjonerna kalcium, magnesium och kalium användes siffrorna på vittring från PROFILE samt siffror för deposition från SMHI som plusposter. Som minusposter användes bortförsel av biomassa i form av avverkning samt en viss urlakning av baskatjoner som träden inte förmår ta upp. Siffror för rottdjup, roteffektivitet och näringsinnehåll i biomassa för olika trädslag följer Holmqvist et al. (2002) s 392-393.

## Trädskikt och ekonomi

För att modellera trädskiktets utveckling över tiden har modellen "the Forest Time Machine" (FTM) använts (Andersson et al. 2005). Detta är en utveckling av den modell som användes i SUFOR:s studie av landskapet runt Asa (Agestam et al. 2002). FTM är baserad på avdelningar (bestånd) som ytenhet, och arbetar med 5 års tidssteg. Träden är indelade i tre olika skikt: Produktionsskikt, skärmskikt och evighetsträdskikt. I produktionsskiktet försiggår normal skogsskötsel med röjningar, gallringar etc. Skärmskiktet består av större träd som bildar överståndare, ofta i samband med naturlig föryngring. Evighetsträdskiktet representerar all naturvårdshänsyn som tas vid slutavverkning. Här pågår ingen skogsskötsel, utan träden får växa till, åldras och dö på naturligt sätt.

I FTM finns begränsningar när det gäller bestånd som inte sköts med traditionella skogsskötselmetoder. Till exempel så kan inte glesa hagmarksliknande skogar modelleras på ett tillfredsställande sätt. Vid modellering av framtida mängder av grova träd och död ved i landskapet har därför kompletterande beräkningar utförts i vissa typer av naturvårdsbestånd.

## Biodiversitet

Enligt nu gällande skogsvårdslag skall alla arter som naturligt hör hemma i skogen ges förutsättningar att fortleva i livskraftiga bestånd (Annon 1994). Dock sägs inget konkret i lagen om på vilken skala detta skall tillämpas. En vanlig tolkning av detta miljömål är därför att detta bör uppnås på landskapsnivå. Med detta som grund har två olika mål för bevarande av biodiversiteten formulerats för Stenbrohultsområdet:

1. *Bio balans*. Bevara nuvarande i landskapet förekommande biodiversitet.
2. *Bio plus*. Bevara nuvarande i landskapet förekommande biodiversitet samt återfå de arter som funnits förut och som under nuvarande klimat kan förmodas förekomma naturligt i Stenbrohultsområdet.

## Näringsbalanser

Målet för markens näringsstatus är att behålla den långsiktiga produktionsförmågan genom att mängden baskatjoner behålls på nuvarande nivå eller möjligen ökar i framtiden. Detta kan uppnås på olika sätt, och därför har två olika mål för markens näringsbalanser formulerats:

1. *Mark balans*. Uttaget av baskatjoner vid avverkning och bortförsel av biomassa får inte överstiga den långsiktiga tillförseln i form av vittring och deposition. Detta villkor gäller på beståndsnivå såväl som på landskapsnivå.
2. *Mark plus*. Uttaget av baskatjoner vid avverkning och bortförsel av biomassa får vara högre än



Fig. 13. Läderbaggen (*Osmoderma eremita*) är en gammelträdsart som tidigare funnits i Stenbrohultsområdet, men som nu är utdöd.

tillförseln i form av vittring och deposition, men då skall detta kompenseras genom aktiv tillförsel av baskatjoner till skogsmarken.

## Ekonomi

Målen för biodiversitetens och marknäringens bevarande kan ses som restriktioner som i viss mån förhindrar ett skogsbruk med bästa tänkbara monetära ekonomi. Vid all skötsel har därför eftersträövats den bästa ekonomi som är möjlig att uppnå givet dessa båda restriktioner.

Målet ”god ekonomi” är inte lika lätt att definiera som de övriga målen, men en jämförelse med ekonomin i dagens skogsbruk ter sig oundviklig. Det ekonomiska målet kan därför formuleras som ett ekonomiskt resultat minst i nivå med det som dagens skogsbruk kan ge.

# Skötselprogram

## Skötsel för att uppnå biodiversitetsmålen

### *Modelltänkande för biodiversiteten*

Då det ännu inte finns någon formell modell för biodiversitetens utveckling har bedömningar gjorts som baseras på tillgängliga forskningsresultat angående olika arters populationsdynamik över tiden. Det är endast för ett litet antal arter som vi närmare kan ange deras habitatkrav (en populär översikt finns i Niklasson & Nilsson 2005). För den helt dominerande mängden arter vet vi främst vilken typ av mark och träd de nu förekommer på, men inte vilka mängder av substrat som behövs för långsiktigt livskraftiga populationer. Vi har i denna rapport utgått från en tumregel att ca 20 % av ursprunglig skog behövs (för vidare motivering se Angelstam & Andersson 2001 samt Niklasson

& Nilsson 2005), speciellt med tanke på den särskilt höga naturvärdena i området. I andra trakter med lägre biologisk mångfald torde den behövliga nivån vara lägre. Om den nu försvunna brandpräglade skogen ska återskapas i Stenbrohult torde ytterligare arealer krävas utöver de 20 procenten.

### *Bio balans*

För att bevara nuvarande biodiversitet i Stenbrohultsområdet bedöms det som nödvändigt att ca 20 % av den trädbärande arealen (skog och hagmarker) sköts utifrån mångfaldsbevarande (Nilsson et al. 2001, 2002). Arealen skog och hagmark utgör tillsammans drygt 4000 ha, varför ca 800 ha bör skötas helt och hållet med tanke på biodiversiteten. Urvalet av arealer och deras modellerade skötsel baseras på rödlistade arters fö-

Figur 14. Stora delar av de områden som avsattes för artbevarande åsattes en skötsel som innebär skapandet av en gles hagmarksliknande skog med grova ädellövträd.



rekomst och habitatkrav, främst när det gäller hotade arter (akut hotade och sårbara arter).

Hälften av den avsatta ytan i Bio balans (ca 400 ha) sköts som gles hagmarkslignande skog för att gynna den flora och fauna som är beroende av denna typ av miljö. Betet bör fortsätta i befintliga hagmarker och eventuellt utökas på delar av det som nu är skogsmark. Måttligt bete av främst nötboskap är att föredra, men även av bete av häst går bra. All denna mark behöver dock inte betas, men det är viktigt att skogen hålls gles så att träden uppnår största möjliga grovlek och i relativt stor omfattning står solbelyst. Krontäckningen i dessa områden bör vara 50-75% och minst 90% av träden skall vara lövträd. I denna glesa skog skall ek, björk, lind, avenbok, vildapel och hassel samt blommande buskar prioriteras vid röjning och gallring. Bränning av gräs och annan markvegetation tidigt på våren före mitten av april kan vara ett alternativ till bete på områden där de blommande buskar och lind saknas. De områden som bör skötas som gles skog är alltså befintliga hagmarker, samt bestånd som idag innehåller 10-80 % andra ädla lövträd än bok. Finns det mycket barrträd huggs de bort så fort som möjligt för att skapa en gles skog, men enstaka grova granar och tallar sparas. Även bestånd med bara enstaka ädellövträd kan komma i fråga för denna skötsel om de ligger så till i landskapet att de behövs för att skapa sammanhängande stråk av öppen ädellövdominerad skog.

Resten av arealen som skall sättas av till mångfaldsbevarande (ca 400 ha) skall lämnas till fri utveckling, eventuellt skall gran huggas bort ur vissa bestånd. Dessa områden omfattar i första hand alla områden med svämskog (lövdominerad skog upp till högvattenslinjen för Möckeln, Säganssjön, och Helge å), alla bokdominerade bestånd och alla slutna bestånd med minst 80 % andra ädla lövträd än bok. I andra hand väljs bestånd med lägre andel bok eller lägre andel annat ädellöv. Barrdominerade bestånd kan också komma ifråga om de ligger så att de behövs för att binda ihop de andra mångfaldsbestånden. Dessa omförs i så fall till lövskog.

### *Bio plus*

De senaste hundra åren har säkerligen ett antal arter försvunnit från Stenbrohult p.g.a. den drastiska minskningen av antalet gammelekar i ett halvöppet kulturlandskap (se kapitlet om historik ovan). Opublicerade undersökningar av SUFOR-

forskaren Håkan Ljungberg har visat att på tidigare förekomst i Stenbrohult av några gammeleksarter som inte finns kvar idag. Det är möjligt att dessa skulle kunna hitta tillbaka till Stenbrohultsområdet vid en skötsel i enlighet med bio balans där många ekar tillåts bli gamla och grova. Däremot har Håkan Ljungberg också visat att en del av den mångfald som gått förlorad är knuten till skogstyper uppkomna efter bränder. Det gäller t.ex. arter beroende av en kontinuerlig förekomst av grova döende aspar. Undersökningar från både Stenbrohult samt Siggaboda, några mil sydost om Stenbrohult, visar att brand var en återkommande störning i skogarna i södra Småland (Lindblad & Bradshaw 1998, Niklasson et al. 2002).

För att återfå dessa brandberoende och brandgynnade arter är det förmodligen nödvändigt att sköta ytterligare 10 % av skogsarealen med återkommande bränder. Till de ovan avsatta områdena på ca 800 ha läggs alltså ca 400 ha skog, särskilt blandskog med tallinnehåll, avgränsad av sjöar, myrar, åkrar och andra områden som är så brandsäkra som möjligt. Dessa arealer sköts med ett modifierat skogsbruk där upp till 50 % av virkesvolymen sparas vid slutavverkning. Resten av träden, företrädesvis tall och lövträd, får stå kvar vid bränningen och därefter bilda evighetsträd och fröträd till det nya beståndet.

### **Skötsel för att uppnå näringsbalansmålet**

#### *Modellkörningar i PROFILE*

Att uttaget av baskatjonerna calcium, magnesium och kalium inte får vara större än tillförseln i form av vittring och deposition innebär att tillförseln sätter ett tak för hur mycket biomassa av olika slag (träslag, del av träd etc) som kan bortföras vid avverkning. Om detta tak ligger lägre än boniteten finns i grunden två alternativ för att sänka uttaget: Minska tillväxten vilket kan uppnås genom att byta träslag eller överhålla bestånd, eller lämna mer biomassa kvar vid avverkning, t ex som hänsynsytor och evighetsträd.

Körningar av data från de 36 markpunkterna i PROFILE visade att odling av gran på de flesta lokalerna gav stora underskott av kalcium och mindre underskott av kalium. Detta gällde under antagandet att hela boniteten utnyttjades för tillväxt, och hela tillväxten avverkades. Detta underskott uppstod trots att uttaget bara bestod av stam-

ved, och allt hyggesavfall lämnades kvar. I genomsnitt för de 36 punkterna var underskottet 2,6 kg kalcium och 0,3 kg kalium per hektar och år. Vid odling av ren gran skulle man varit tvungen att i genomsnitt lämna kvar ca 40 % av tillväxten av stamved i skogen under en omloppstid för att inte tära på förråden av kalcium. Detta bedömdes som en mindre realistisk skötsel med tanke på de fördyrade avverkningar som detta skulle medföra samt de mängder av död ved som detta skulle generera på sikt. Mer realistiska skötselalternativ är förmodligen att blanda in mer löv i barrskogen, vilket sänker tillväxten. Det ger också en skog med mer djupgående rotsystem, vilket gör att en större markvolym kan utnyttjas för näringsupptag. Det alternativ vi valt att använda oss av för att nå målet *mark balans* är att sköta skogen som en blandskog av gran och björk.

Tyvärr var det inte möjligt att göra en yttäckande generalisering av markdata eftersom provpunkterna var för få i förhållande till ytan. Därför har ett medelvärde över alla de 36 punkterna använts som indikator på om man i landskapet som helhet ligger över eller under en uthållig nivå. Egentligen är detta korrekt endast om prov-

punkterna sammantaget är representativa för hela landskapet, vilket vi i vårt fall inte är säkra på. Vi har dock valt denna metod för att över huvud taget få någon indikation på de långsiktiga näringsbalanserna vid olika typer av skötsel. Av det faktum att vi inte har någon spatial variation utan endast ett medelvärde för hela landskapet följer också att vi inte kan differentiera skötseln inom landskapet. Vi är helt enkelt hänvisade till en genomsnittlig skötsel som blir i stort sett samma i alla bestånd. Därför känns det inte meningsfullt att på landskapsnivå redovisa resultat från dessa skötselprogram enskilt, utan endast i de sammanvägda skötselprogrammen.

### *Mark balans*

Den skötsel vi valt att använda för att nå målet *mark balans* innebär blandskogar av gran och björk. Vid en skötsel där hälften av grundytan under hela omloppstiden består av björk och hälften av gran skulle man enligt PROFILE kunna ta ut 90-95% av tillväxten utan att tära på förråden av baskatjoner. Detta var under förutsättning att inget uttag av biobränslen i form av hyggesavfall förekom.

Figur 15. Svämskog med naturlig vattenregim utvecklar en typisk zonering som saknas i reglerade sjöar. När strandskogens träd vindfälls ramlar de oftast ut i vattnet och skapar fuktig död ved som härbärgerar specialiserade insekter.



### *Mark plus*

Detta skötselprogram utgår från att ett uttag av baskatjoner som är större än tillförseln kompenseras genom askåterförling eller aktiv näringstillförsel på annat sätt. Detta ger alltså i princip fritt fram för att odla den skog som ger mest pengar sedan notan för näringskompensationen är betald. För större delen av skogsmarken i Stenbrohult innebär detta ren granskogsskötsel där hela tillväxten av stamved tas ut.

### **Skötsel för att uppnå ekonomimålen**

Ekonomimålet är definierat som den skötsel av skogen som ger bäst ekonomi i monetära termer givet de restriktioner som finns avseende biodiversitet och näringsbalanser. Av detta följer att ekonomimålet inte är fast, utan beror på den skötsel som krävs för att uppnå de andra målen. Det kan därför i någon mån betraktas mer som en variabel för att utvärdera de olika skötselprogrammen.

I bio-skötselprogrammen kan all skogsmark som inte är avsatt för naturvård i någon form brukas med bästa ekonomi för ögonen. Med de prisrelationer som förekommit de senaste 50 åren är gran det trädslag som ger bäst ekonomiskt resultat för större delen av skogsmarken i Stenbrohult. Endast på de svagare markerna kan tall eller en blandning av tall och gran ge bättre ekonomi. I våra kalkyler har vi därför räknat på ren granskog utan naturvårdshänsyn på större delen av produktionsarealen. Det är tänkbart att granskogsbrukets ekonomi förändras i framtiden, t ex på grund av ändrade virkespriser, ökade stormskador eller mer rotröta. Granen skulle då kunna ersättas med andra trädslag som ger bättre ekonomi. Det principiella resonemanget som bygger på bästa

möjliga ekonomi i all produktionsskog förändras dock inte av detta. Inte heller torde det innebära att de ekonomiska relationerna mellan de olika skötselprogrammen förändras på ett avgörande sätt.

Granskogsskötsel gäller även för *mark plus* där vi kompenserar för eventuella näringsförluster. I *mark balans* krävs en modifiering av skötseln över hela ytan, och ekonomimålet måste därför sänkas.

### **Skötsel i referensalternativen**

Som referens har två olika alternativ utformats:

#### *Certifiering*

I detta skötselprogram sköts skogen på all fastigheter enligt ett program som i stort sett motsvarar standarden för skogscertifieringssystemen FSC och PEFC. Detta innebär att alla fastigheter sätter av minst 5 % av sin produktiva skogsmarksareal för naturvårdsändamål, företrädesvis de bestånd som har högst naturvärden. På övrig skogsmark lämnas generell hänsyn vid slutavverkning i form av 10 evighetsträd per hektar.

#### *Rådgivningsnivån*

Detta skötselprogram är tänkt att motsvara den nivå för naturvård som Skogsvårdsorganisationen rekommenderar i sin rådgivningsverksamhet. Den ligger något högre än baskraven i skogsvårdslagstiftningen, och tillämpas i praktiken på stora delar av svensk skogsmark. I detta skötselprogram avsätts alla nyckelbiotoper och naturvärdesobjekt som naturvårdsbestånd. Den generella hänsynen enligt lagens krav symboliseras av 3 evighetsträd per hektar vid slutavverkning på övrig skogsmark (Nilsson & Gustafsson 1999).

# Modellkörningar i FTM

## Allmänt

Alla körningarna i FTM har gjorts med en tids-horisont på 300 år. Vid de ekonomiska beräkningarna har genomgående en räntesats på 3 % använts. Kostnader och priser på virke är satta enligt de förhållanden som gällde 2003 och ändras inte under simuleringsperioden. "Overheadkostnaden" eller förvaltningskostnaden är svår att uppskatta eftersom alla skogsägare i området arbetar med olika förutsättningar. För att underlätta jämförelser är därför skogsbrukets kostnader beräknade utan förvaltningskostnad. De absoluta nivåerna på de ekonomiska resultaten kan därför skilja sig från andra liknande beräkningar, men de inbördes relationerna mellan skötselprogrammen påverkas inte.

## Renodlade skötselprogram

### *Bio balans*

De områden som valdes ut för att avsättas till naturvårdsskötsel valdes ut i en tvåstegsprocess. I det första steget valdes bestånd ut enbart efter sina egenskaper, i det andra steget vägdes beståndens läge i landskapet in varvid en del bestånd föll bort och en andra kom till. I steg ett valdes:

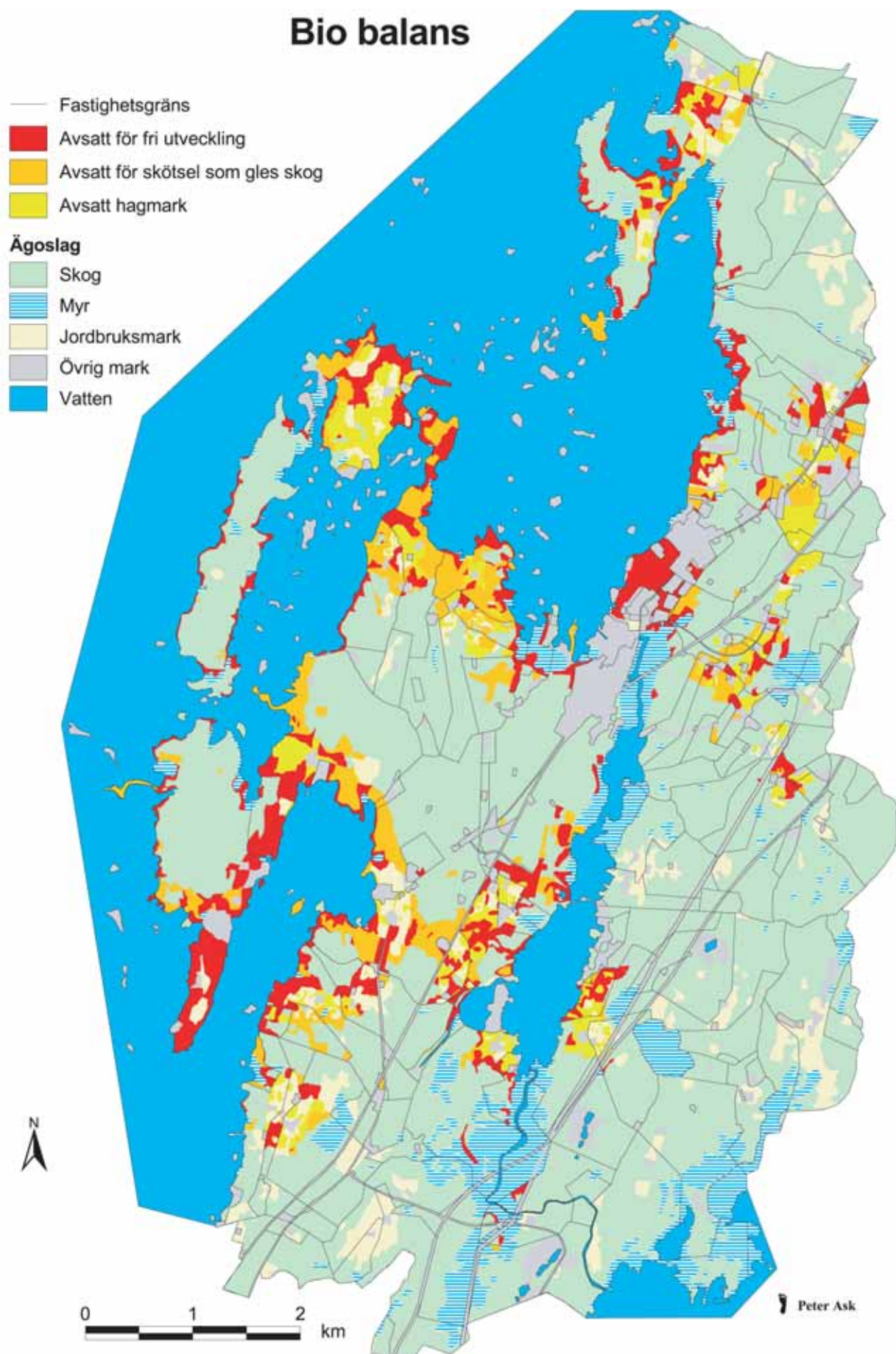
- Strandskog: All lövdominerad skog nedanför en uppskattad högvattenlinje för Möckeln, Såganäs-sjön och Helge å. Eftersom högvattenlinjen inte är kartlagd har de bestånd med rätt karakteristika valts ut, d v s lövdominerade bestånd närmast stranden, företrädesvis med smal strandnära form.
- Alla bestånd där bok utgör minst 30 % av grundytan.
- Alla bestånd där ädla lövträd förutom bok utgör minst 30 % av grundytan och som är minst 70 år gamla.
- Alla nyckelbiotoper och naturvärdesobjekt.

- Alla trädbärande hagmarker.

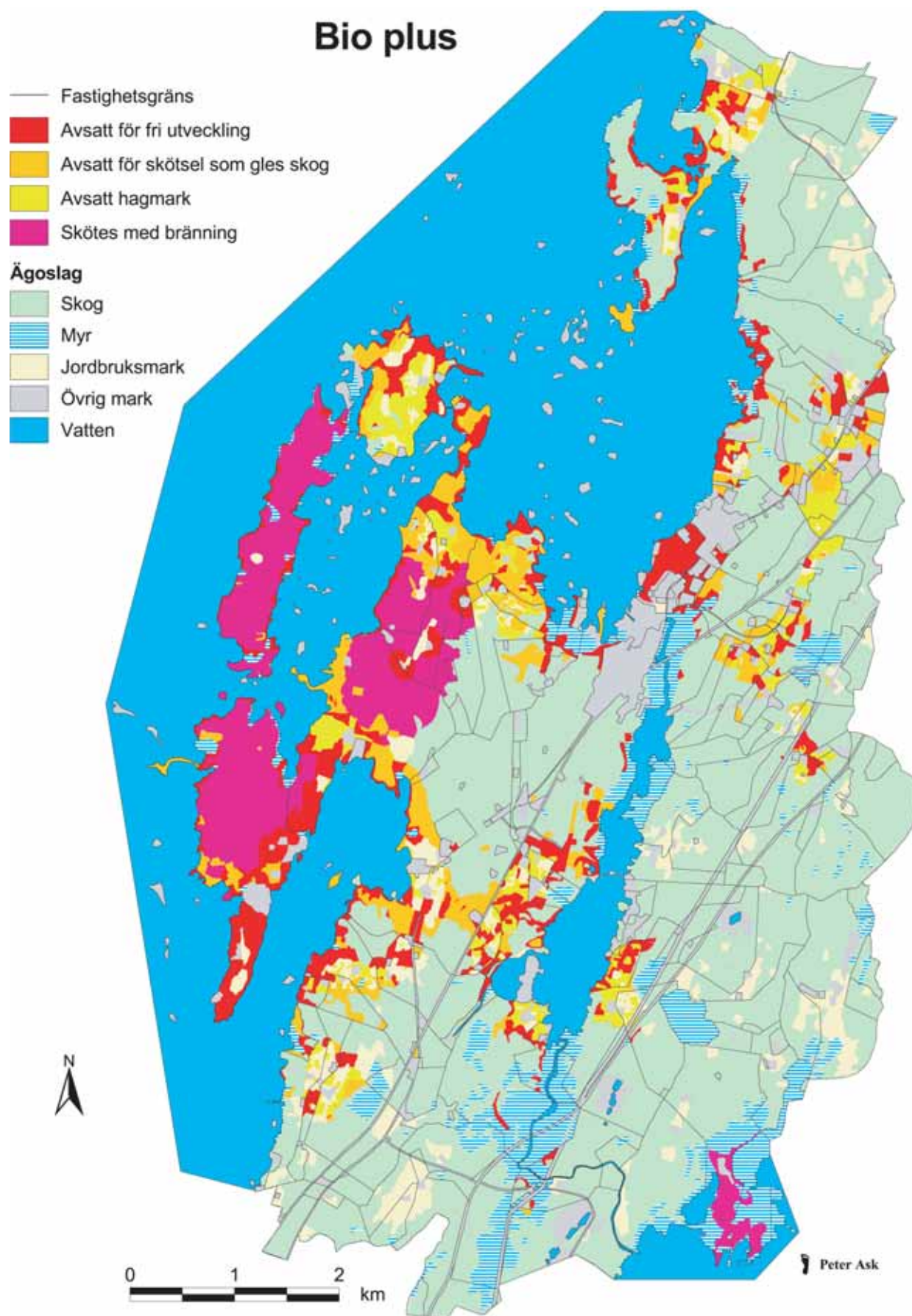
I ett andra steg valdes en del av ovan nämnda bestånd och hagmarker bort, då de bedömts ligga för isolerat från andra naturvärden, eller ha begränsat naturvärde (personlig erfarenhet från Svens inventeringar). Till urvalet lades ett antal bestånd som valts ut för sitt läge i landskapet, och som knyter samman och på sikt förstärker de befintliga värdekärnorna. Totalt valdes 649 ha skog och 195 ha hagmark ut (figur 16). Detta motsvarar 17,1 % av skogsmarksarealen och 75,0 % av hagmarksarealen. Tillsammans uppgår arealen till 844 ha, d v s 20,8 procent av den trädbärande marken (skogsmark och hagmark) i landskapet.

Av den utvalda arealen avsattes 378 ha till fri utveckling. Dessa områden var strandskogarna, hela det ekdominerade Möckelsnäs – Taxåsområdet i den sydvästra delen av studieområdet, alla bestånd med minst 10 % bok, samt bestånd innehållande minst 80 % andra ädellövträd än bok. Den enda skötsel i dessa områden var att i bestånd med mycket gran (mer än 10 %) höggs granen bort under en 10-årsperiod varefter beståndet lämnades till fri utveckling. Hagmarkerna och den övriga skogsarealen åsattes en skötsel som innebär skapandet av en gles hagmarksliknande skog med grova ädellövträd. Denna skötsel omfattade 466 ha.

Övrig skog åsattes en skötsel syftande till ren virkesproduktion, på de flesta marker produktion av gran. Skötselprogram för produktion av tall förekom endast på de svagaste markerna, och en blandning av tall och gran på de något rikare. Då de områden som redan avsatts för naturvårdsändamål ansågs räcka för att bevara biodiversiteten långsiktigt togs ingen generell hänsyn alls på produktionsmarken. Detta skötselprogram kan alltså ses som en hård differentiering av marken i Stenbrohultsområdet på så sätt att naturvärden är koncentrerad helt till vissa områden, medan produktionen försiggår utan inskränkningar på resten av arealen.



Figur 16. Områden avsatta för naturvård i skötselprogrammet bio balans.



Figur 17. Områden avsatta för naturvård i skötselprogrammet bio plus.



Figur 18. Hygge på Stockanäs, Stenbrohult 2004. Naturhänsyn har tagits i form av kvarlämnade träd, här björkar i ett sumpstråk och död ved.

### *Bio plus*

Den areal som avsattes i *bio balans* avsattes även i detta skötselprogram, men här lades till ytterligare 410 ha för skötsel med återkommande bränder. Urvalet dominerades av rumsliga aspekter på så sätt att arealen helst skall ligga samlad för att uppnå stordriftsfördelar och lämpligen placeras på ställen där eldens spridning är lätt att begränsa (t ex öar eller uddar). Vidare bör det handla om barrdominerade områden som inte redan är avsatta till naturvårdsbestånd, men som helst ligger i anslutning till dessa. Valet föll på resterande delar av halvön Möckelsnäs, ön Lång, området mellan Taxås och Tångarne, samt Långö i sjön Steningen (figur 17). Stora delar av det senare området utgörs av skog uppkommen på sandiga marker som var sjöbotten innan sjön sänktes på 1920-talet. På Långö finns den enda kända förekomsten av den hotade växten ryl (*Chimaphila umbellata*), som troligen behöver återkommande bränder för att överleva i detta område (Nilsson & Nilsson 2004). Av den areal som valdes ut för bränning befanns en del ligga i närheten av bostäder och andra byggnader. Därför inrättades en "säkerhetszon" om minst 100 m runt varje hus där bränning inte skall förekomma. Denna skog skall istället skötas som lövskog med fri utveckling. Arealen av dessa zoner uppgick till 21 ha, varför den areal som kommer att skötas med bränder reducerades något, och kom att uppgå till 389 ha.

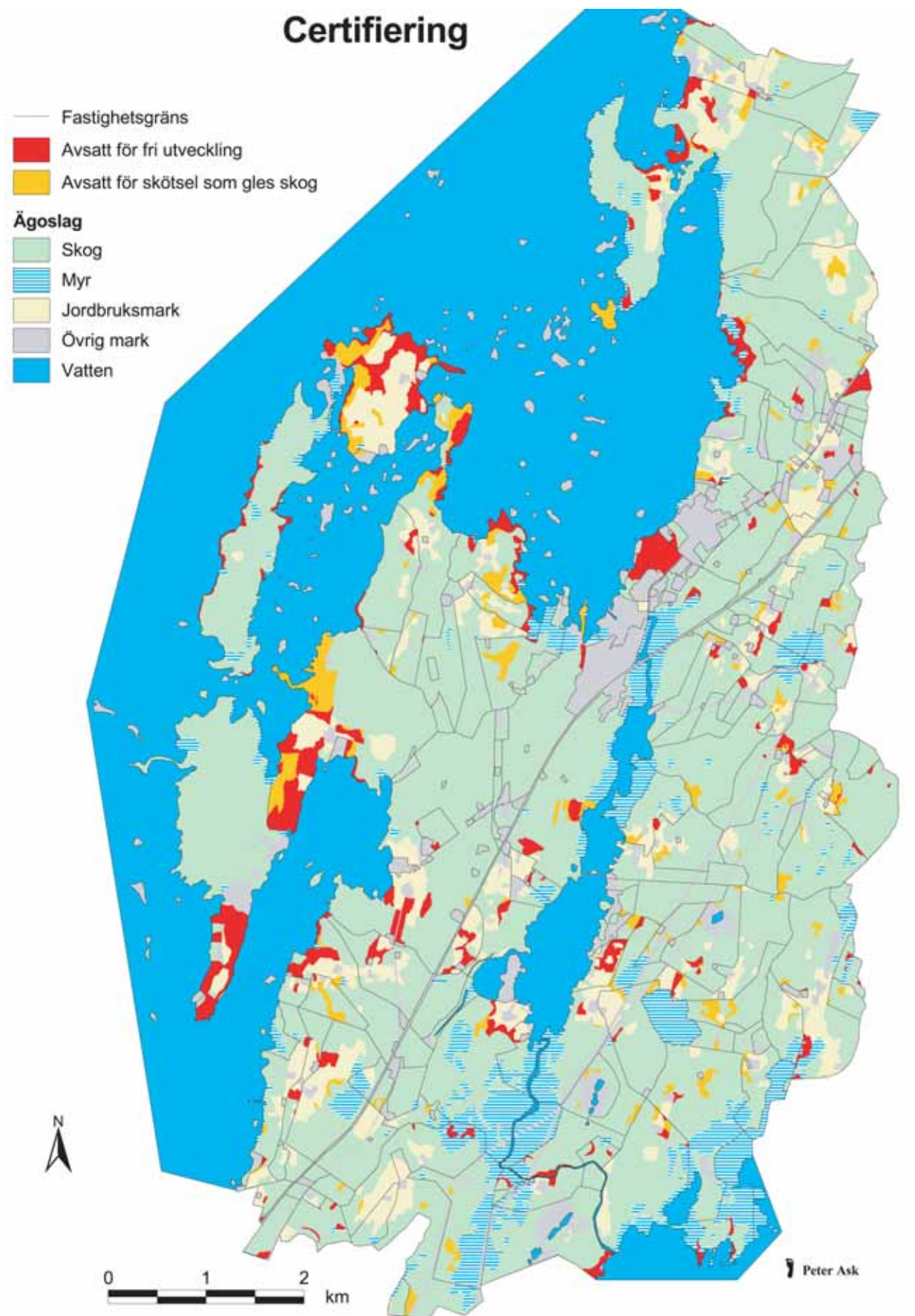
De områden som valts ut för bränning åsattes en skötsel där tall är det dominerande trädslaget, men även ek och björk förekommer. Bestånden sköts med återkommande gallringar och slutavverkas vid en högre ålder (85-120 år) än vid normal tallskötsel. Vid slutavverkningen lämnas 100 stammar per hektar av både tall och löv kvar som evighetsträd, och sedan bränns marken på ett sätt som innebär att de flesta träden överlever. Föryngring sker genom naturlig sådd från evighetsträden och från intilliggande bestånd.

### *Mark balans*

I de körningar som gjorts i FTM har vi strävat efter att efterlikna den skötsel av blandskog med gran och björk som enligt PROFILE ligger på en uthållig nivå när det gäller uttag av baskatjoner. Detta innebär att grundytan under hela omloppstiden är lika fördelad på gran och björk, samt att 20 evighetsträd per hektar alltid lämnas. Detta motsvarar att lämna ca 8 % av virkesförrådet.

### *Mark plus*

I detta program sköts skogen för bästa ekonomi överallt. Detta innebär virkesproduktion av gran på de flesta marker. Skötselprogram för produktion av tall förekom endast på de svagaste markerna, och en blandning av tall och gran på de något rikare. För beräkning av kostnaderna för näringskompensation har en kostnad på 0,5 kr/kg



Figur 19. Områden avsatta för naturvård i skötselprogrammet certifiering.

för varje ämne använts. Kostnaden för att kompensera för förlusten av kalcium blir alltså i genomsnitt  $0,5 \cdot 2,6 = 1,3$  kr/ha och år och för kalium  $0,5 \cdot 0,3 = 0,15$  kr/ha och år.

## Sammanvägda skötselprogram

De sammanvägda skötselprogram som vi tycker är mest intressanta att studera är ett balansalternativ (*bio balans* och *mark balans* kombinerat) ett plusalternativ (*bio plus* och *mark plus* kombinerat) samt ett program som kombinerar *bio balans* med *mark plus*.

### Balans

De ekonomiska beräkningarna i detta skötselprogram baseras till största delen på skogsbruket på de 3140 ha skogsmark som inte avsatts för naturvårdsändamål i *bio balans*. Denna areal sköts med blandbestånd av gran och björk enligt programmet *mark balans*. Från de avsatta områdena har endast den tidiga borthuggning av gran som gjorts i vissa grandominerade bestånd räknats med. I övriga naturvårdsbestånd räknar vi med en "nollekonomi", d v s att eventuella utgifter för röjningar och liknande balanseras av eventuella intäkter, t ex från betesdjur eller framtida borthuggning av gran.

### Plus

I detta program sköts större delen av arealen (2729 ha) med ren granskogsskötsel eller på vissa svagare marker med tall eller en blandning av tall och gran. I de ekonomiska beräkningarna för dessa bestånd inkluderas kostnaderna för näringskompensation. I de bestånd som avsatts för skötsel med återkommande bränder sker också skogsvårdsåtgärder och avverkningar varför kostnader och intäkter för dessa också är medräknade. Övriga avsatta områden behandlas som i programmet *balans*.

### Bio balans, mark plus

Denna kombination är intressant då vi uppnår både bibehållen biodiversitet och långsiktig näringsbalans samtidigt som vi på större delen av arealen kan bedriva ett relativt intensivt och ekonomiskt inriktat skogsbruk. Den areal som inte är avsatt för naturvårdsändamål (3140 ha) sköts med barrskogsbruk utan naturvårdshänsyn men med näringskompensation. De områden som är avsatta

för naturvårdsändamål sköts som i programmet *balans*.

## Referensalternativ

### Certifiering

I detta skötselprogram sätter alla fastigheter i landskapet av minst 5 % av sin produktiva skogsmarksareal för naturvårdsändamål. För att välja ut dessa arealer har varje bestånd i landskapet tilldelats ett naturvärdesindex från 1 till 8 enligt Ask & Carlsson (2000). På varje fastighet har bestånd med högst naturvärde (8) avsatts först, därefter de med näst högst (7) o s v tills 5 % har uppnåtts. Alla nyckelbiotoper avsatts också även om det innebär att andelen på en fastighet klart överstiger 5 %. Även befintliga naturreservat är avsatta, men räknas inte in i de 5 % som avsatts frivilligt. Totalt sett är 384 ha (10,1 % av skogsmarksarealen) avsatt i detta alternativ (figur 19). Den avsatta arealen sköts enligt samma principer som i *bio balans*, d v s vissa områden sköts som gles skog medan andra lämnas till fri utveckling. På övrig skogsmark lämnas generell hänsyn i form av 10 evighetsträd per hektar.

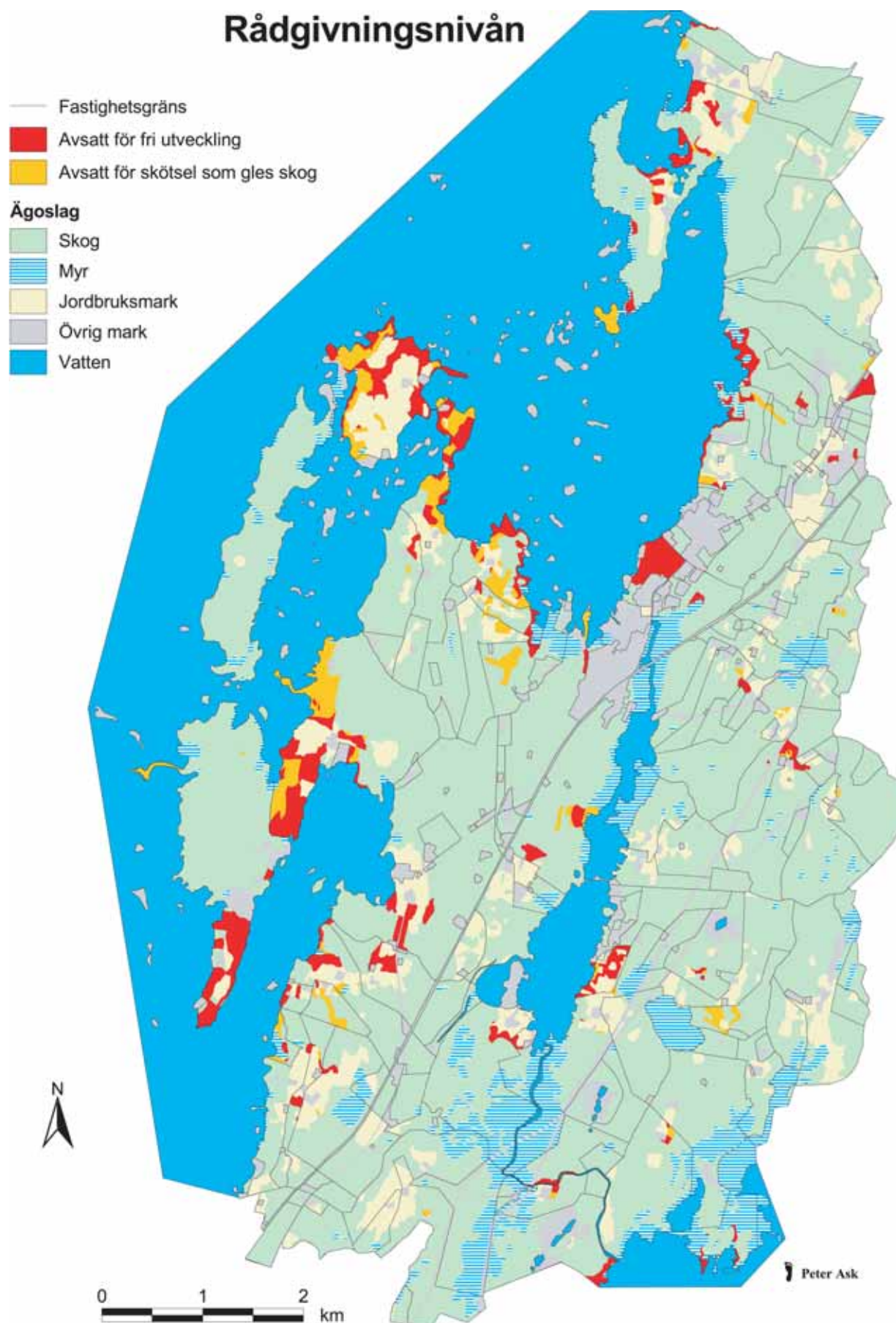
I övrigt strävar skötseln efter att bibehålla den trädslagsblandningen som finns idag, och inget hyggesavfall tas ut vid slutavverkningarna. I de avsatta bestånden räknar vi med "nollekonomi", d v s inga kostnader och intäkter beräknas. Hagmarkerna sköts så att mängden och storleken på träden bibehålls på dagens nivå.

### Rådgivningsnivå

I detta skötselprogram sätts alla nyckelbiotoper och objekt med naturvärden av för naturvårdsändamål, liksom befintliga naturreservat. Totalt sett är 308 ha (8,1 % av skogsmarksarealen) avsatt i detta alternativ (figur 20). Dessa arealer sköts enligt samma principer som i *bio balans*. På övrig skogsmark lämnas generell hänsyn i form av 3 evighetsträd per hektar. Skötseln strävar efter att bibehålla den trädslagsblandningen som finns idag, och inget hyggesavfall tas ut. I de avsatta bestånden räknar vi med "nollekonomi", och hagmarkerna sköts på samma sätt som idag.

### Utvärdering

Utvärderingen består av två delar: En ekonomisk utvärdering av alla de olika skötselprogrammen på landskapsnivå och fastighetsnivå samt en ut-



Figur 20. Områden avsatta för naturvård i skötselprogrammet rådgivningsnivån.

värdering av hur väl referensalternativen når upp till uthållighetsmålen.

Resultaten från FTM gör det möjligt att utvärdera ekonomiska resultat och avverkningsnivåer över tiden vid simulering av de olika skötselprogrammen. De resultat som presenteras är nuvärden per hektar för hela simuleringsperioden, årligt netto per hektar samt årlig avverkning per hektar som ett resultat av skogsbruket vid olika skötselprogram. Hektarvärdena för landskapet refererar till hela skogsarealen i landskapet inklusive avsatta områden och befintliga naturreservat. Resultaten för de enskilda fastigheterna refererar till skogsarealen exklusive naturreservat.

Beräkningar av markens näringsbalanser för referensalternativen har gjorts med modellen

PROFILE. Dessa beräkningar innehåller samma begränsningar som för *mark balans* och *mark plus*, d v s endast medelvärden för hela landskapet kan redovisas.

Förutsättningarna för artbevarande i de två referensalternativen är inte möjliga att utvärdera kvantitativt med nuvarande kunskapsnivå, men däremot kan generella bedömningar göras baserat på olika substrat som gamla träd och grova döda träd. Därvid är jämförelser mellan de olika alternativen baserat på substratmängder vid olika tidsperioder och nuvarande kunskap om de hotade arternas habitatkrav av störst intresse (se referenser ovan). Vi har valt att studera förekomsten av grova och döda träd vid två tidpunkter i simuleringarna; efter 50 år och efter 300 år. Detta kan ge en bild av förutsättningarna för att bevara biodiversiteten på medellång och lång sikt.



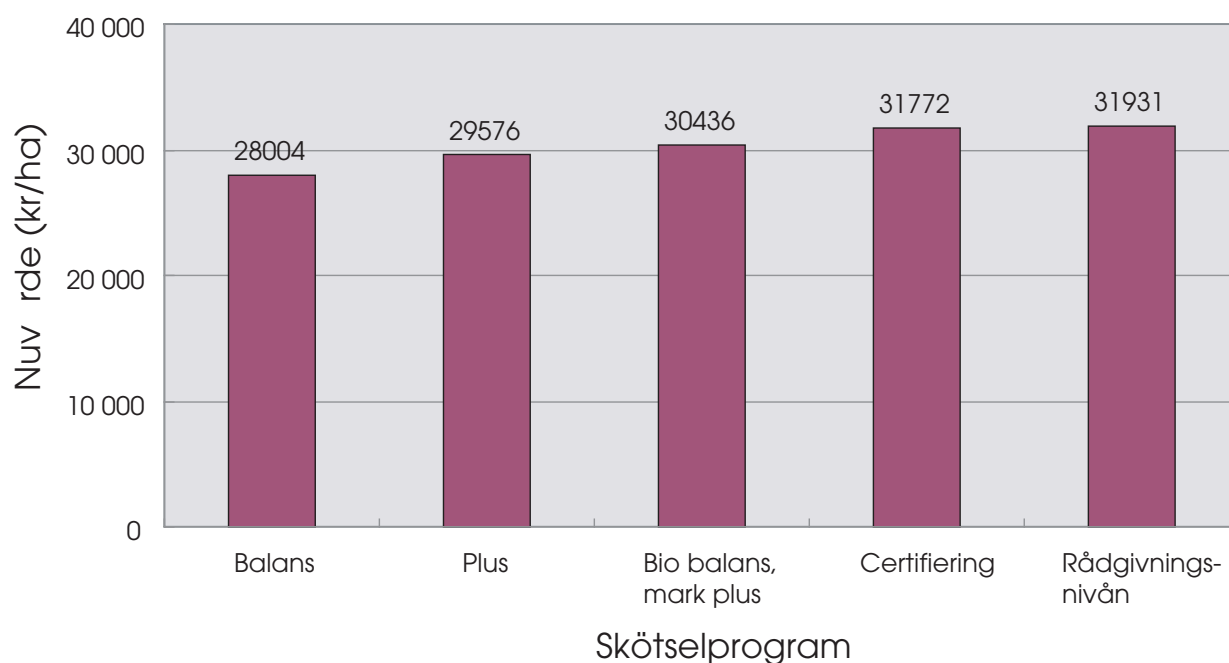
# Resultat

# Ekonomiska konsekvenser på landskapsnivå

Resultaten från nuvärdesberäkningarna på landskapsnivå redovisas i figur 21. Det låga nuvärdet för skötselprogrammet *balans* förklaras främst av att största delen av skogen i detta program sköts som blandskog av björk och gran vilket ger en lägre tillväxt och därmed lägre intäkter. Dessutom lämnar man kvar ca 8 % av virkesförrådet vid slutavverkning i alla bestånd för att upprätthålla markens näringsstatus. Högst nuvärde ger skötselprogrammet *rådgivningsnivån* som har minst areal avsatt för naturvård. Programmet *bio balans, mark plus* har ett relativt högt nuvärde trots en stor areal avsatt för naturvård.

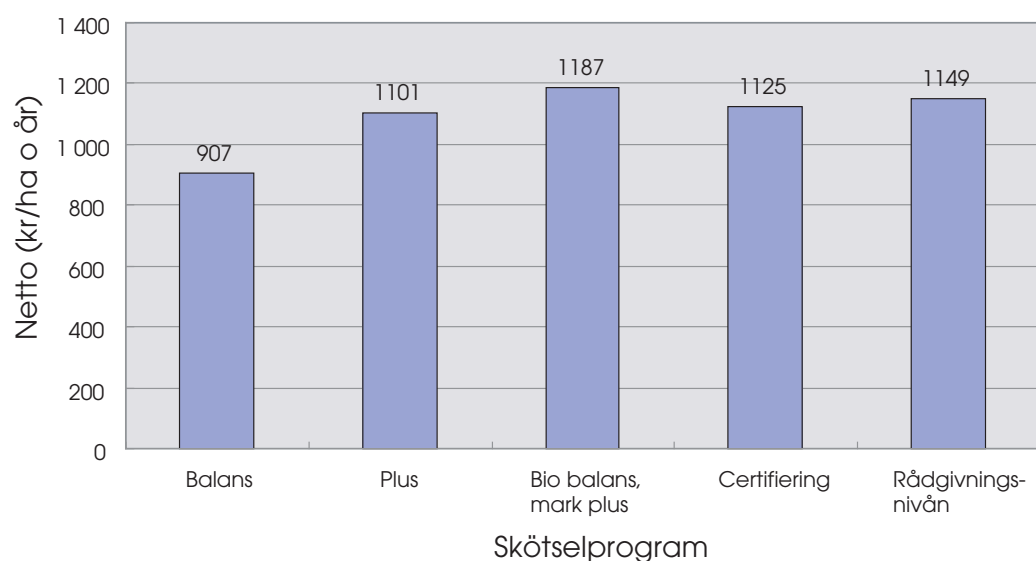
Skogsbrukets netto per hektar och år i genomsnitt för hela simuleringsperioden redovisas i figur 22. Även här ligger programmet *balans* lägst medan det största nettot återfinns hos programmet *bio balans, mark plus*. Förklaringen till att detta program ligger så högt är att större delen av skogsmarken här brukas med enbart ekonomi för ögonen, vilket i de flesta fall innebär granskog utan naturvårdshänsyn. De näringsunderskott som då uppstår kompenseras med aktiv tillförsel vilket endast ökar kostnaderna marginellt. Att resultatet för *bio balans, mark plus* inte är lika högt i termer av

Figur 21. Nuvärde per hektar för all skogsmark i landskapet för de olika skötselprogrammen. Beräknat på hela simuleringsperioden.



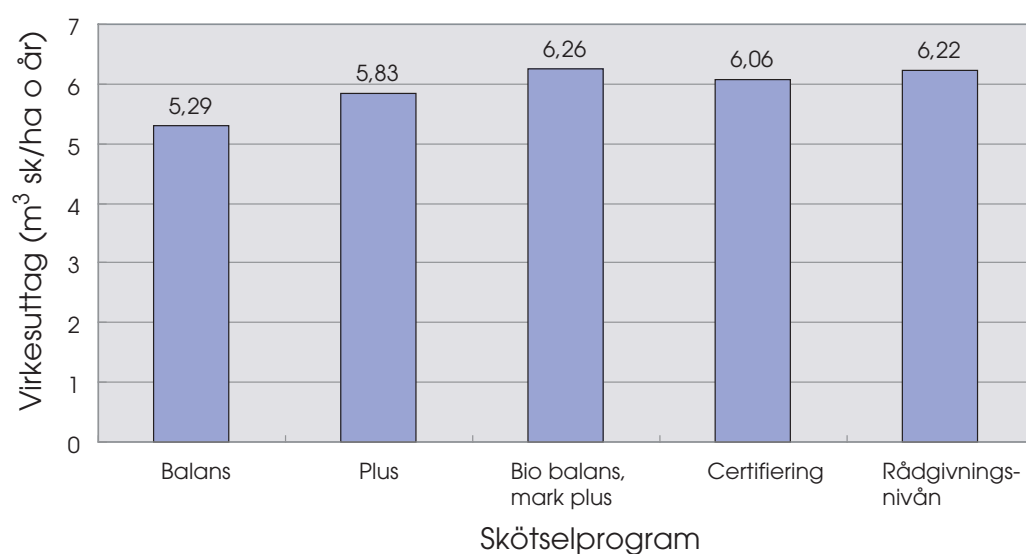
netto. Samma förhållande kan förklara varför resultatet för programmet *plus* ligger i nästan samma nivå som programmen *certifiering* och *rådgivningsnivån* i termer av genomsnittligt netto, medan skillnaden är betydligt större i termer av nuvärde.

nuvärdeberor på att det tar ett antal år att komma igång med den relativt intensiva virkesodlingen som försiggår på en stor del av skogsarealen, och därmed så kommer de högre intäkterna senare. Denna senareläggning slår igenom på nuvärdet men inte på beräkningarna av ett genomsnittligt



Figur 22. Skogsbrukets netto per hektar och år för all skogsmark i landskapet för de olika skötselprogrammen. Genomsnitt för hela simuleringsperioden.

Figur 23. Virkesuttaget per hektar och år för de olika skötselprogrammen. Genomsnitt för hela simuleringsperioden.



Virkesuttaget i genomsnitt per hektar och år för de olika skötselprogrammen redovisas i figur 23. Skogsbrukets netto är nära kopplat till virkesuttaget, och förhållandena mellan skötselprogrammen är snarlika. Tyvärr har det inte varit möjligt att skilja ut olika trädslag i avverkningssiffrorna. För

*plus* och *bio balans, mark plus* torde det uttagna virket i stort sett enbart bestå av barr, medan det i programmen *certifiering* och *rådgivningsnivån* finns ett visst inslag av lövvirke. I programmet *balans* utgörs förmodligen en stor del av det uttagna virket av björk.

# Ekonomiska konsekvenser på fastighetsnivå

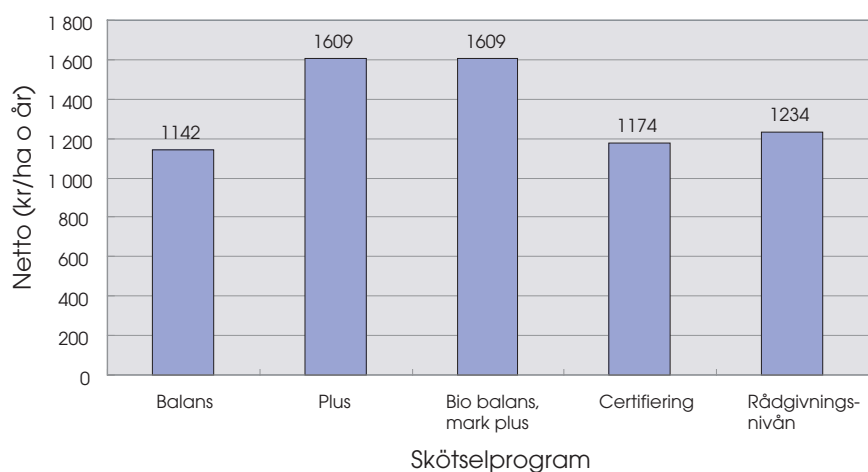
## Sutareboda 1:2

Resultaten från nuvärdesberäkningarna på fastigheten Sutareboda 1:2 redovisas i figur 24. Denna fastighet hyser en nyckelbiotop som är avsatt för naturvård i skötselprogrammen *certifiering* och *rådgivningsnivån*. I de övriga skötselprogrammen är den inte avsatt då den bedömdes ha lågt värde för den totala biodiversiteten i landskapet. Till följd av detta resulterar programmen *certifiering* och *rådgivningsnivån* i betydligt lägre nuvärden än de övriga programmen. I programmen *plus* och *bio balans, mark plus* sköts hela fastighetens skog-

sinnehav med barrskogsbruk utan naturvårdshänsyn, och nuvärdet blir följaktligen högt.

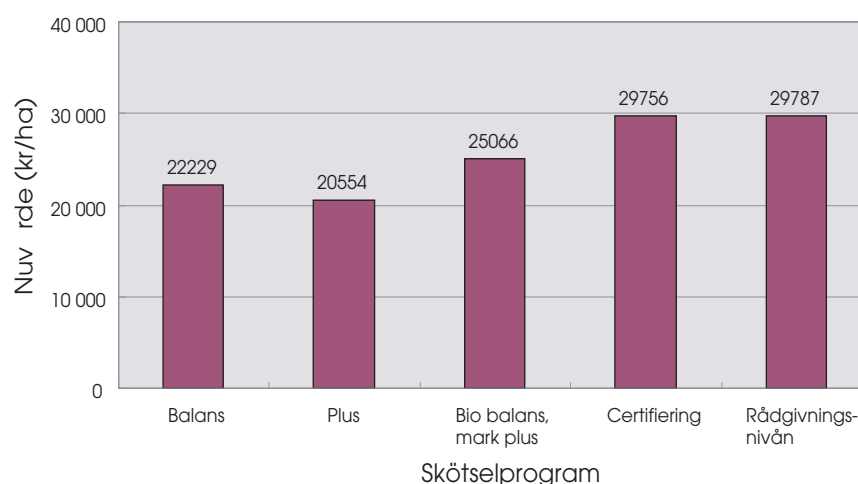
Skogsbrukets netto per hektar och år på fastigheten i genomsnitt för hela simuleringsperioden redovisas i figur 25. Trenden är densamma som för nuvärdesberäkningarna, men programmet *balans* uppvisar här det lägsta resultatet. Detta är en följd av åldersklassfördelningen på fastigheten som i programmet *balans* ger höga intäkter i början av simuleringsperioden och lägre i slutet.

Figur 24. Nuvärde per hektar för de olika skötselprogrammen på fastigheten Sutareboda 1:2 beräknat på hela simuleringsperioden.

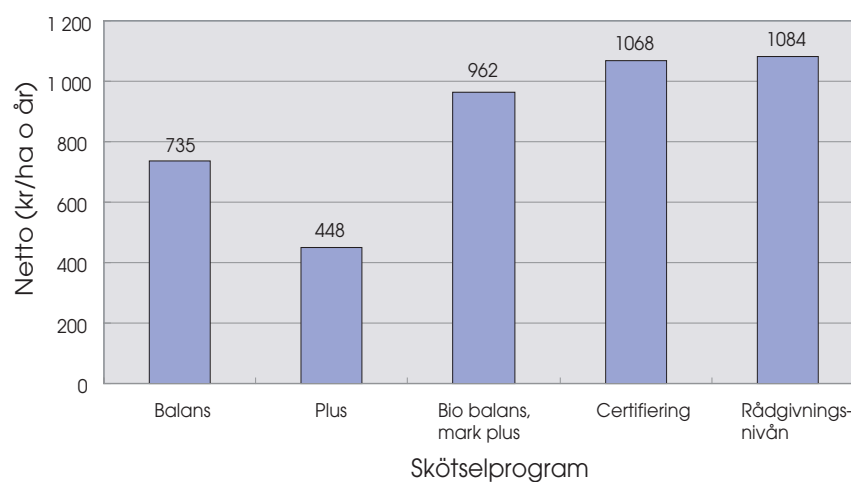


Figur 25. Skogsbrukets netto per hektar och år för de olika skötselprogrammen på fastigheten Sutareboda 1:2. Genomsnitt för hela simuleringsperioden.

Figur 26. Nuvärde per hektar för de olika skötselprogrammen på fastigheten Möckelsnäs 1:1 beräknat på hela simuleringsperioden.



Figur 27. Skogsbrukets netto per hektar och år för de olika skötselprogrammen på fastigheten Möckelsnäs 1:1. Genomsnitt för hela simuleringsperioden.



## Möckelsnäs 1:1

Resultaten från nuvärdesberäkningarna på fastigheten Möckelsnäs 1:1 redovisas i figur 26. Denna fastighet hyser stora områden med högt värde för biodiversiteten i landskapet, och därför är stora arealer på fastigheten avsatta för naturvård i skötselprogrammen *balans* och *bio balans, mark plus*.

I programmet *plus* är hela fastigheten antingen avsatt för naturvård eller brukad med återkommande bränder. Detta avspeglas i nuvärdet som är betydligt lägre för de tre ovan nämnda programmen än

för programmen *certifiering* och *rådgivningsnivån*.

Skogsbrukets netto per hektar och år på fastigheten i genomsnitt för hela simuleringsperioden redovisas i figur 27. Här är skillnaderna mellan programmen ännu tydligare. Det genomsnittliga nettot för programmet *plus* når bara upp i 41 % av nettot för programmet *rådgivningsnivån* som ligger högst av de fem programmen. Nettot för *bio balans, mark plus* når däremot upp till 89 % av nettot för *rådgivningsnivån*.

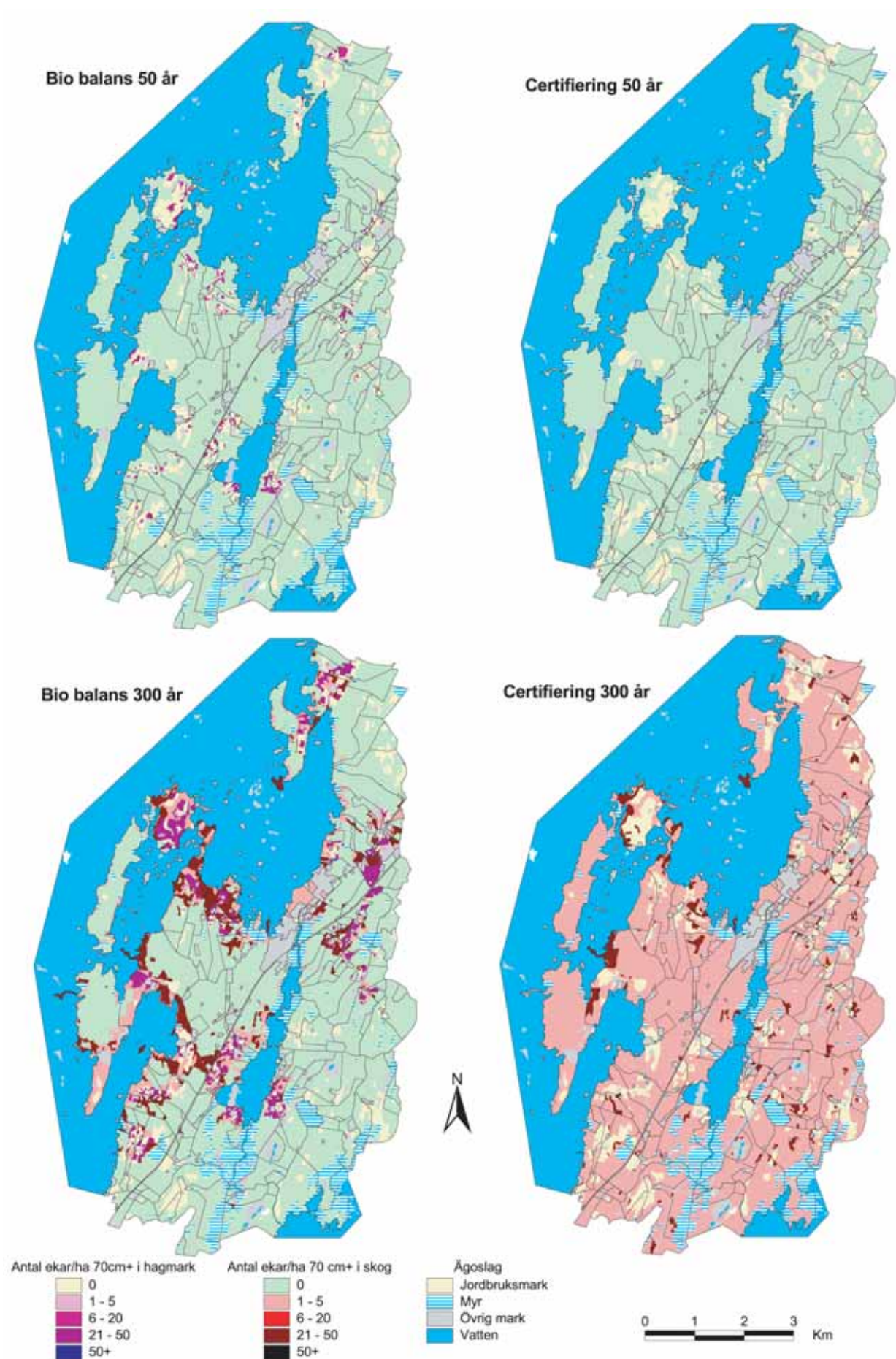
# Konsekvenser för grova och döda träd

Simuleringarna visar att det i *bio balans* och *bio plus* efter 50 år finns en del lövträd grövre än 70 cm, men att nästan alla dessa växer i hagmarkerna. Särskilt tydligt är det för ek (figur 29). Detta visar att hagmarkerna har en stor potential för att producera grova träd då träden växer betydligt snabbare när de står glest. I skötselprogrammen *certifiering* och *rådgivningsnivån* finns nästan inga grova ekar efter 50 år, eftersom skötseln av hagmarkerna fortsätter enligt dagens mönster. Tit-

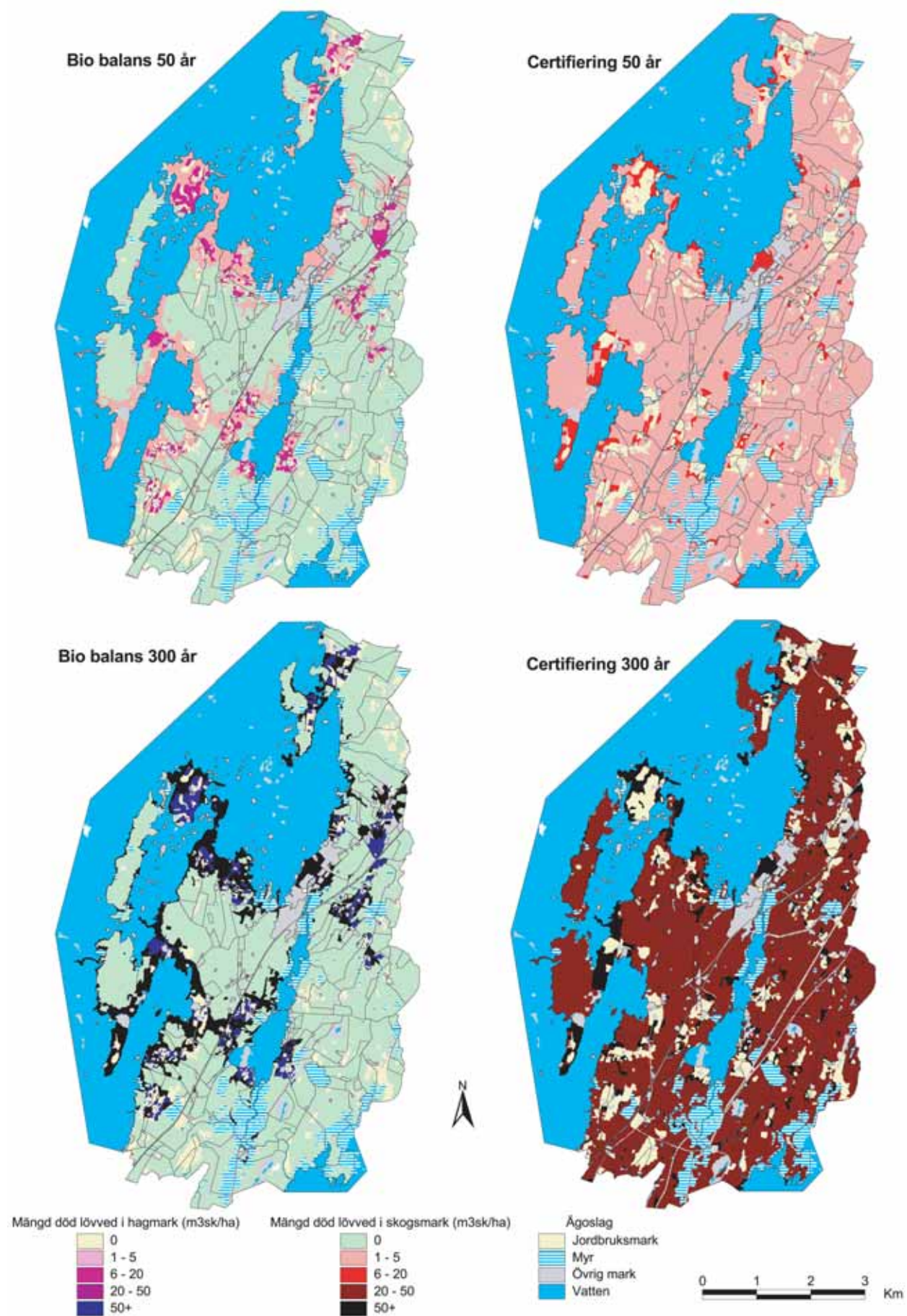
tar vi 300 år framåt i tiden kan vi se att det även i *certifiering* finns gott om grova ekar, men att utbredningsmönstret skiljer sig påtagligt från det i *bio balans*. I *certifiering* står de grova ekarna utspridda över hela landskapet, medan de i *bio balans* är koncentrerade till de avsatta områdena (figur 29). *Rådgivningsnivån* uppvisar samma mönster som *certifiering*, men antalet grova ekar är lägre.



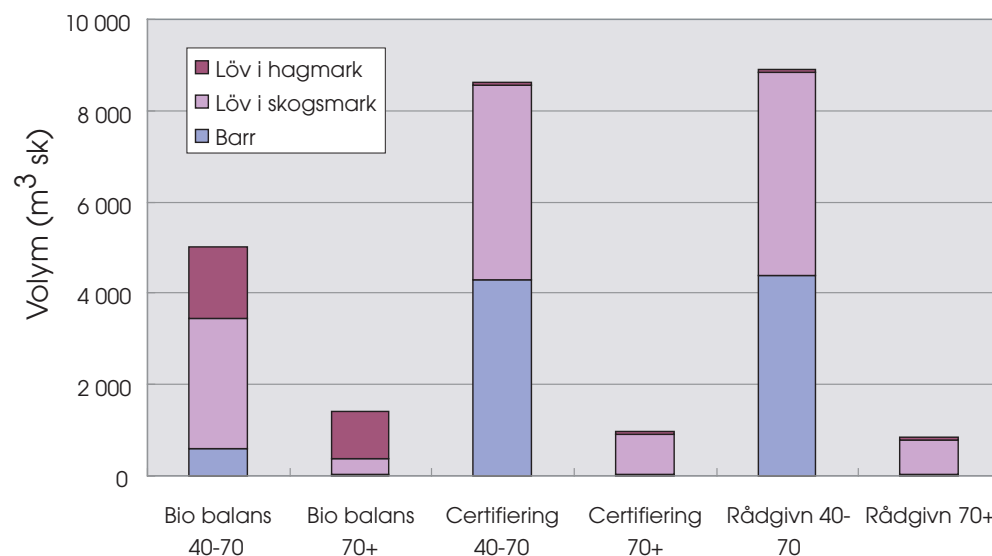
Figur 28. Liggande och stående död ved hyser delvis olika hotade arter och solbelysta grova bokstammar är habitat för flera rödlistade arter i Stenbrohult, här från Råshult 2004.



Figur 29. Förekomst av grova ekar (minst 70 cm i diam) i landskapet efter 50 år respektive 300 år.

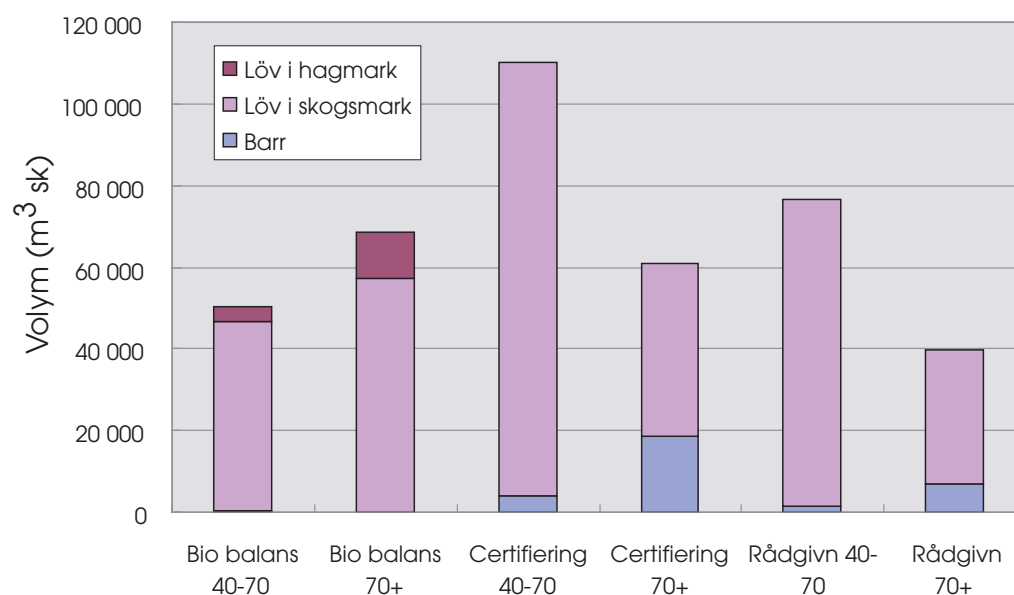


Figur 30. Förekomst av grövre död lövved (minst 40 cm i diameter, alla lövträdsdrag) i landskapet efter 50 respektive 300 år.



Figur 31. Volym död ved totalt i landskapet efter 50 års simulering uppdelat på diameterklasserna 40-70 cm och över 70 cm.

Figur 32. Volym död ved totalt i landskapet efter 300 års simulering uppdelat på diameterklasserna 40-70 cm och över 70 cm.



Förekomst av grov död ved följer samma huvuddrag som de grova träden (figur 30). Död lövved med en diameter på minst 40 cm är koncentrerad till de avsatta områdena i *bio balans*, medan den är utspridd i landskapet i *certifiering* och *rådgivningsnivån*. Hagmarkernas potential utnyttjas inte heller i referensalternativen. Tittar vi på de absoluta mängderna (figur 31) så kan vi se att man i referensalternativen får väl så mycket död ved som i *bio balans* redan efter 50 år. De grövsta

dimensionerna (minst 70 cm i diameter) finns det dock betydligt mer av i *bio balans*. Referensalternativen ger också mycket död barrved, eftersom det sätts av många evighetsträd av barr i brist på lämpliga lövträd. Efter 300 år har bilden förändrats (figur 32). Andelen barr har minskat i takt med att lövträd har prioriterats vid avsättandet av evighetsträd. När det gäller de grövsta dimensionerna finns det fortfarande störst mängd i *bio balans*.

# Konsekvenser för baskatjoner

Beräkningarna från PROFILE visar att skötseln i såväl certifiering som i rådgivningsnivån ger ett underskott av kalcium på 1,1 respektive 1,3 kg per hektar och år. Dessa siffror är genomsnitt för all den brukade skogsmarksarealen i landskapet. Detta är betydligt mindre än det underskott på 2,6 kg kalcium per hektar och år som uppstod i skötselprogrammet mark plus, men det är trots allt ett underskott som man inte kompenserar för i dessa skötselprogram. Orsaken till att underskottet blir så mycket mindre än i mark plus är att lövinslaget i produktionsskogen är betydligt större i certifiering och rådgivningsnivån, vilket sänker tillväxten och uttaget av virke samtidigt som lövträdens rötter går djupare och når en större jordvolum. Dessutom lämnar man kvar stamved i form av evighetsträd vid varje avverkning. Det något mindre underskottet i certifiering jämfört med

rådgivningsnivån kan förmodligen tillskrivas det faktum att man lämnar fler evighetsträd i programmet certifiering (10 st per hektar) än i rådgivningsnivån (3 st per hektar).

Som tidigare nämnts så är datamaterialet för marken begränsat varför någon variation inom landskapet inte har kunnat beräknas. Förmodligen är det dock så att i båda referensalternativen ger grandominerade bestånd ett underskott av kalcium som är betydligt större än genomsnittet, medan löv- och blandbestånd ger ett överskott. För magnesium och kalium uppstår i genomsnitt inga underskott i referensalternativen. Däremot kan man inte utesluta att det i vissa bestånd, förmodligen de grandominerade, blir underskott även av dessa ämnen.

Figur 33. Uttag av stamved medför en förlust av baskatjoner. Östra Stenbrohulsområdet 2003.







# Diskussion

## Uthållighetsmålen

Resultaten av simuleringarna visar att det i Stenbrohultsområdet finns goda möjligheter att uppnå tre olika uthållighetsmål på landskapsnivå. I skötselprogrammet *bio balans*, *mark plus* uppnås en bevarad biodiversitet, en bevarad mark-näringsstatus samt en god ekonomi i skogsbruket. Även skötselprogrammet *plus* kan sägas uppfylla målen, även om ekonomin här blir något sämre. Detta är det pris man får betala för att nå det högre av de två biodiversitetsmålen. Skötselprogrammet *balans* når upp till målen för biodiversitet och marknäring, men det ekonomiska resultatet blir sämre än i de båda referensalternativen (tabell 3). För nettot per hektar och år handlar det till exempel om en sänkning med 11 % jämfört med *rådgivningsnivån*.

## Referensalternativen

När det gäller referensalternativen visar våra beräkningar att inget av dem når upp till uthållighetsmålen beträffande biodiversitet och näringsbalanser. Bedömningar av förutsättningarna för att bevara biodiversiteten baseras på mängden grova och döda träd av olika arter samt deras lokalisering i landskapet vid olika tidpunkter. Referensalternativen ger en alltför liten förstärkning av kärnområdena för att kunna bevara de mest krävande arterna (Nilsson et al. 2001, Niklasson & Nilsson 2005). Detta är speciellt tydligt på medellång sikt (50 år) då mängden grova träd i referensalternativen är alldeles för liten. På lång sikt ökar mängden även i referensalternativen, men är fortfarande för utspridd för att vara till nytta för de mest svårspredda arterna. Vår bedömning är således att inget av referensalternativen kan be-

vara den befintliga biodiversiteten i Stenbrohultsområdet.

För näringsbalanserna så uppvisar beräkningarna ett genomsnittligt underskott av kalcium både för *certifiering* och för *rådgivningsnivån*. Underskottet hör till största delen från marker där granskogsbruk bedrivs, och här är det också troligt att ett visst underskott av kalium kan uppstå. Utan näringskompensation uppnår man alltså inte heller någon bevarad mark-näringsstatus i dessa program. Dock skulle det till en ganska liten kostnad vara möjligt att kompensera för förlusterna av mark-näringsämnen på samma sätt som i *mark plus*.

## Differentiering på gott och ont

Metoden som använts här för att förena de tre målen i programmen *bio balans*, *mark plus* och *plus* bygger till stor del på en stark differentiering i fråga om markanvändning. De områden som avsätts för naturvård och biodiversitet används enbart till detta (undantaget brandområdena där även vissa avverkningar sker), medan övrig skogsmark används enbart till virkesproduktion. Enligt de modeller som använts i denna rapport verkar en differentiering medföra en högre effektivitet än en mer utspridd naturvårdshänsyn. En nackdel med en tydlig uppdelning av skogsmarken är dock att man låser fast sig vid en viss skötsel och tappar flexibilitet inför en framtid som kan innehålla andra målsättningar än dagens (Andersson et al. 2002). Man skall dock komma ihåg att bevarad biodiversitet i många fall kräver lång kontinuitet i skötseln, och att en förlorad biodiversitet kan vara omöjlig att få tillbaka inom rimlig tid.

Tabell 3. Måloppfyllelse för de olika skötselprogrammen enligt författarnas bedömning.

|                       | Bevarad<br>biodiversitet | Bevarad<br>mark-näringsstatus | God<br>ekonomi |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|
| Balans                | Ja                       | Ja                            | Nej            |
| Plus                  | Ja                       | Ja                            | Ja?            |
| Bio balans, mark plus | Ja                       | Ja                            | Ja             |
| Certifiering          | Nej                      | Nej                           | Ja             |
| Rådgivningsnivån      | Nej                      | Nej                           | Ja             |

En annan nackdel med en tydlig differentiering i enlighet med programmen *bio balans*, *mark plus* och *plus* är den uppenbara snedfördelningen av avsatta områden mellan olika fastigheter. I dessa program avsätts hela skogsinnehavet på vissa fastigheter till naturvårdsskötsel i någon form, medan många fastigheter inte avsätter någon mark alls till naturvård. Anledningen till detta är att naturvärdena är ojämnt fördelade mellan fastigheterna, och att det behövs en koncentrerad av avsättningarna till de mest värdefulla områdena för att bevara biodiversiteten långsiktigt. Här ligger ett av kärnproblemen när det gäller naturvård på landskapsnivå i områden med många markägare. En effektiv naturvård som bevarar biodiversiteten till minsta möjliga kostnad för ofta med sig "orättvisor" i form av att vissa fastigheter kommer att påverkas betydligt mer än andra av naturvårdsavsättningar (Ask & Fredman 2002). Om utgångspunkten är att alla markägare skall dela lika på de kostnader som uppstår för naturvårdsavsättningar krävs någon form av samverkan och kompensatoriskt system mellan fastigheterna för att lösa denna fråga.

Ask & Fredman (2002) för fram tanken på "överlåtelsebara skyddsåtaganden". Varje markägare ansvarar för att en viss areal blir avsatt, och syftet är att tillsammans avsätta den mest skyddsvärda arealen i ett landskap. Den fastighetsägare som inte själv har någon skyddsvärd mark kan "köpa in sig" i skyddsvärd mark på någon annans fastighet. Ett tänkbart scenario är kanske att detta kan ske inom ramen för en certifieringsprocess. Resultatet från denna studie visar ju att även om alla fastigheter skulle vara certifierade enligt de nu gällande normerna skulle det inte räcka för att bevara dagens biodiversitet. Ask & Fredman (2002) har tidigare visat att avsättningar till naturvård i enlighet med certifieringens krav i flera fall har dålig kostnadseffektivitet. Det borde således ligga i certifieringsorganisationernas intresse att förbättra effektiviteten i naturvårdsavsättningarna, och detta skulle kunna åstadkommas genom ett samverkanssystem på landskapsnivå.

Forskning har visat att många privata skogsägare lägger stor vikt vid andra värden i skogen än de traditionella skogsbruksvärdena (Ingemarson et al. 2004, Mattsson et al. 2004). Det kan t ex handla om jakt, rekreation och estetiska värden. Många ägare kan också peka ut områden på sin fastighet där de låter ekonomin stå tillbaka till förmån för andra värden (Ask & Carlsson 2000). Ett skötselprogram som *bio balans*, *mark plus* medför att

vissa fastigheter kommer att domineras helt av högproduktiv barrskog där mycket lite utrymme lämnas för andra värden än de rent ekonomiska. Detta kan naturligtvis gå stick i stäv med skogsägarnas strävan efter mångbruk inom fastigheten, och kan vara ett hinder för en strikt uppdelning av landskapet i produktions- och naturvårdsområden. Hur många privata markägare skulle applådera ett scenario där tät granskog täckte 100% av deras skogsmark?

## Näringsbalanser

När det gäller att bibehålla markens näringsstatus kan man konstatera att bristen på indata till modellen har hindrat oss från att dra alltför långtgående slutsatser. Troligen är markförhållandena mycket varierande inom det studerade området, och vi har endast kunnat arbeta med medelvärden för hela landskapet. En slutsats man kan dra är att granskogsbruk i Stenbrohult ofta går med underskott när det gäller vissa ämnen. Detta gäller även om man, som i denna studie, inte tar ut biobränsle i form av hyggesavfall. Idag är det relativt vanligt att man tar ut GROT efter avverkningar, och detta försämrar näringsbalanserna ännu mer (Akselsson et al. 2005). En annan slutsats vi kan dra är att det verkar vara betydligt billigare att aktivt kompensera för ett för högt uttag av baskatjoner, än att anpassa skötseln till en nivå där uttaget inte överstiger tillförseln. Naturligtvis är detta en fråga om priset för en näringskompensation. I våra beräkningar har vi använt en genomsnittskostnad på 1:45 per hektar och år för spridning av kalcium och kalium. Detta skall jämföras med ett netto från skogsbruket som i många fall ligger på över 1000 kr/ha och år, och en skillnad mellan de olika skötselprogrammen på flera hundra kronor per hektar och år. Man kan således konstatera att en fördubbling, eller rent av en tiofoldig, av priset för näringskompensation inte skulle påverka de generella slutsatserna från studien. Däremot kan man ju fråga sig varifrån baskatjonerna i näringskompensationen kommer, och hur denna produktion går till. Är det en uthållig hantering av näringsämnen i ett flerhundraårigt perspektiv?

## Datamaterial

En allmän iakttagelse angående de modeller som använts i rapporten är att det ofta är problematiskt att få tag i rätt indata. När det gäller biodiversiteten finns det sällan några noggranna inventeringar av olika arters förekomster, även om Stenbrohultsområdet är ovanligt välkarterat när det gäller bio-



Figur 34. Trädbevuxna hagmarker är uppskattade naturmiljöer för besökare. De är dessutom hemvist för en stor mängd trängda arter, både de som lever i solbelysta träd och på markvegetationen.

logisk mångfald. Data från NBI finns att tillgå för större delen av skogsmarken i Sydsverige, men detta material har stora brister när det gäller flera organsimgrupper. För att göra uppskattningar av potentialen för hög biodiversitet behöver man skogsdata av en helt annan kvalitet än vad man vanligtvis hittar i traditionella skogsinventeringar. Till exempel behöver man bl.a. trädslagsfördelningar där alla olika trädarter ingår, mängden gamla träd av olika arter samt motsvarande för stående och liggande grova döda träd. Detta är data som saknas för större delen av skogsmarken. Än värre är det för hagmarkerna, där relevanta data helt saknas. För beräkning av näringsbalanser finns motsvarande problem. Även om hela landet är täckt av provtagningar från SGU ligger dessa punkter för glesst för att kunna fånga upp variationer i landskapsskalan. I Stenbrohult finns ytterligare markprover tagna, men inte ens detta var tillräckligt för att kunna beräkna annat än medelvärden för hela landskapet.

### Sociala värden

Hur förändras de sociala värdena i skog och skogsmark med olika skötselprogram? Värden knutna till markägandet har berörts ovan, men skogen

hyser också stora sociala värden för allmänheten som en plats för friluftsliv och rekreation (Hörnsten 2000). De skogsmiljöer som främst uppskattas av allmänheten är äldre, lättframkomlig skog, gärna ädellövskog eller pelarsalar av barrträd (Lindhagen & Hörnsten 2000). Längst ner på listan står unga, täta barrbestånd i gallrings- eller röjningsfasen, samt bestånd med naturskogliknande förhållanden med mycket fallna träd.

I skötselprogrammen med en hård differentiering kommer större delen av landskapet att vara täckt av täta barrplanteringar. Omloppstiderna kommer att vara relativt korta, varför den från rekreationssynpunkt intressanta fasen med äldre träd kommer att bli ganska kort. Det blir förmodligen ett landskap som kommer att upplevas som ganska monotont och tråkigt, och inte vara speciellt lockande för friluftsliv och rekreation. De områden som satts av till fri utvecklig innehåller mycket lövskog och äldre skog och kommer därför till en början att vara attraktiva för en besökande allmänhet. Efter hand kommer de dock att övergå i ett mer naturskogliknande tillstånd med mycket död ved, vilket inte är speciellt uppskattat av rekreatörer.

I skötselprogrammet *bio plus* kommer stora arealer skog att skötas med återkommande bränder. Hur skogsbränder påverkar rekreationsvärdet är föga undersökt, men rent allmänt brukar radikala förändringar av skogsmiljön upplevas negativt av besökare (Kardell & Lindhagen 1995). Kvar finns de arealer som i skötselprogrammen *bio balans* och *bio plus* sköts som gles, hagmarksliknande skog med gamla ädellövträd och betesdjur. Här kommer förmodligen rekreationsvärdena att öka jämfört med dagens tillstånd.

Det mesta pekar således på att de differentierade skötselprogrammen kommer att leda till en strikt uppdelning av landskapet även när det gäller rekreationsvärdena. Stora arealer kommer att bli sämre från reskreationssynpunkt, medan vissa ställen kommer att bli bättre.

### Risker

Slutligen kan man fundera över några andra aspekter på uthållighet i skogsbruket som inte har

berörts i denna rapport: I skötselprogrammen med hård differentiering baseras nästan all virkesproduktion på granskogsbruk. Granen är ju ett trädslag som är känsligt för en rad kalamiteter såsom rotröta, stormfällningar och insektsskador, och förmodligen så ökar de differentierade skötselprogrammen riskerna för skador av detta slag. Hur känslig granen är för kraftiga vindar blev tydligt vid stormen i januari 2005 då alvarliga stormskador drabbade granskogen i Stenbrohultsområdet. Lövbestånd, och speciellt ädellöv, klarade stormen betydligt bättre.

Det ligger också en stor risk i det faktum att man väljer ett enda trädslag, oavsett vilket, för all virkesproduktion. En framtid som är föränderlig med avseende på t ex klimat eller virkespriser kan göra att de ekonomiska resultaten från skogsbruket om ett antal år ser helt annorlunda ut än vad vi tror idag. Det är därför troligt att risknivån rent allmänt ökar om man minskar flexibiliteten genom en hård differentiering av skogsmarken.

Fig. 35. Granskogen i Stenbrohult drabbades av svåra stormskador i januari 2005.





# Referenser

- Agestam, E, Blennow, K, Carlsson, M, Niklasson, M, Nilsson, S G, Nilsson, U, Sallnäs, O, Stjernquist, I & Sverdrup, H 2002. Productivity scenarios for the Asa Forest Park. In: Sverdrup, H & Stjernquist, I (eds): *Developing Principles and Models for Sustainable Forestry in Sweden*. Kluwer Academic Publishers p 355-380.
- Akselsson, C, Sverdrup, H, Westling, O, Holmqvist, J, Thelin, G, Uggla, E & Malm, G 2005. Impact of harvest intensity on long-term base cation budgets in Swedish forest soils. In: Akselsson, C (ed): *Regional nutrient budgets in forest soils in a policy perspective*. Doctoral thesis. Reports in Ecology and environmental Engineering 2005:3. Lund University.
- Amcoff, M & Eriksson, P 1996. Förekomst av tretåig hackspett *Picoides tridactylus* på bestånds- och landskapsnivå. *Ornis Svecica* 6: 107-119.
- Andersson, M, Dahlin, B & Mossberg, M 2005. The forest time machine – a multi-purpose forest management decision support system. Computer and electronics in agriculture. In press.
- Andersson, M, Sallnäs, O & Carlsson, M 2002. A landscape perspective on differentiated management for production of timber and nature conservation values. In: Andersson, M (ed): *Spatial allocation of forest production. Aspects on multiple-use forestry in Sweden*. Dissertation Silvestria 257. SLU, Alnarp.
- Angelstam, P & Andersson, L 2001. Estimates of the need for forest reserves in Sweden. *Scand. J. For. Res. Suppl.* 3: 38-51.
- Anonymous 1994. *Skogsvårdslagen handbok*. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Anonymous 1999. Nyckelbiotopsinventeringen 1993-1998. Slutrapport. Skogsstyrelsen meddelande 1-1999.
- Arup, U, Ekman, S, Fritz, Ö, Frödén, P, Johansson, T, Knutsson, T, Lindblom, L, Lundkvist, H & Westberg, M 1999. Bark- och vedlevande lavar i ädel-lövskog på ön Jungfrun. *Svensk Bot. Tidskr.* 93: 73-93.
- Ask, P & Carlsson, M 2000. Nature conservation and timber production in areas with fragmented ownership patterns. *Forest Policy and Economics* 1: 209-223.
- Ask, P & Fredman P 2002. Efficiency in forest protection in multiple landowner areas. In: Ask, P (ed): *Biodiversity and deciduous forest in landscape management. Studies in southern Sweden*. Dissertation Silvestria 248. SLU, Alnarp.
- Ask, P & Nilsson, S G 2004. Stand characteristics in colour-infrared aerial photographs as indicators of epiphytic lichens. *Biodiversity and Conservation* 13: 529-542.
- Bader, P, Jansson, S & Johnsson, B G 1995. Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests. *Biol. Cons.* 72: 355-362.
- Berg, Å, Ehnström, B, Gustafsson, B, Hallingbäck, T, Jonsell, M and Weslien J 1994. Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests: distribution and habitat associations. *Conservation Biology* 8: 718-731.
- Dahlin, B, Andersson, M, Ask, P, Carlsson, M, Eiderbrant, D & Sallnäs, O 1997. Konsekvenser av olika naturvårdsstrategier i skogsbruket - en studie av åtta typområden. Naturvårdsverket rapport 4754.
- Ekelund, H & Dahlin, C-G 1997. Development of the Swedish Forest and Forest Policy during the last 100 years. National Board of Forestry. Jönköping. 32 pp.
- Eliasson, P 2002. Skog, makt och människor. En miljöhistoria om svensk skog 1800-1875. Doktorsavhandling, Historiska institutionen, Lunds universitet.
- Fahlvik, N 1999. En dendrokronologisk studie över sambandet mellan beståndsålder/tillväxthastighet och förekomsten av rödlistade lavar på bok inom Biskopstorpsområdet i södra Halland. Examensarbete nr 9, Inst f sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
- Falinski, J B 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forest. *Ecological studies in Bialowieza forest*. *Geobotany* 8: 1-537.
- Harmon, M E, Franklin, J F, Swanson, F J, Sollins, P, Gregory, S V, Lattin, J D, Andersson, N H, Cline, S P, Aumen, N G, Sedell, J R, Lienkaemper, G W, Cromack, K Jr & Cummins, K W 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 15: 133-302.
- Holmqvist, J, Thelin, G, Rosengren, U, Stjernquist, I, Wallman, P & Sverdrup, H 2002. Assessment of sustainability in the Asa Forest Park. In: Sverdrup, H & Stjernquist, I (eds): *Developing Principles and Models for Sustainable Forestry in Sweden*. Kluwer Academic Publishers p 381-426.
- Hedin, J 2003. Metapopulation ecology of *Osmoderma eremita*. Dispersal, habitat quality and habitat history. Dissertation. Department of Ecology, Animal Ecology, Lund University, Lund.

- Hörnsten, L 2000. Outdoor recreation in Swedish forests. Implication for society and forestry. Dissertation Silvestria 169. SLU, Uppsala.
- Ingemarson, F, Lindhagen, A & Eriksson, L 2004. A typology of small-scale forest owners in Sweden. In: Ingemarson F (ed): Small-scale forestry in Sweden – owners' objectives, silvicultural practices and management plans. Dissertation Silvestria 318. SLU, Uppsala.
- Jasinski, K, Pettersson, M & Dahlin, B 2002. Consequences of Capercaillie *Tetrao Urogallus* as a target species in forest management planning. In: Jasinski K (ed): Ecological and landscape considerations in forest management. Dissertation Silvestria 238. SLU, Uppsala.
- Jonsell, M 1999. Insects on wood-decaying polypores: Conservation aspects. Dissertation Silvestria 93. SLU, Uppsala.
- Jonsell, M, Nordlander, G & Jonsson, M 1999. Colonization patterns of insects breeding in wood-decaying fungi. Journal of Insect Conservation 3:145-61.
- Jonsell, M, Weslien, J & Ehnström, B 1998. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. Biodiversity and Conservation 7: 749-764.
- Kaila, L, Martikainen, P & Punttila, P 1997. Dead trees left in clearcuts benefit saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest. Biodiversity and Conservation 6: 1-18.
- Kardell, L & Lindhagen, A 1995. Förändringar i Växjöbornas friluftsliv mellan 1975 och 1992. Inst f skoglig landskapsvård, rapport 59. SLU, Uppsala.
- Kirby, K J, Reid, C M, Thomas, R C & Goldsmith, F B 1998. Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. J. Appl. Ecol. 35: 148-155.
- Krankina, O N 1999. The ever-changing dead wood: studies of CWD in Northwestern Russia. Abstracts from Posters and Presentations. Nordic symposium on the ecology of coarse woody debris in boreal forests. Umeå University p. 13.
- Lindbladh, M & Bradshaw, R 1995. The development and demise of a Medieval forest-meadow system at Linnaeus' birthplace in southern Sweden: implications for conservation and forest history. Veget Hist Archaeobot 4:153-160.
- Lindbladh, M & Bradshaw, R 1998. The origin of present forest composition and pattern in southern Sweden. Journal of Biogeography 25, 463-477.
- Lindbladh, M & Nilsson, S G 1999. Skog och träd i kulturlandskapet. Vegetationshistorien i Stenbrohult utifrån biologiska och historiska arkiv. Svensk Bot. Tidskr. 93: 19-31.
- Lindhagen, A & Hörnsten, L 2000. Forest recreation in 1977 and 1997 in Sweden: changes in public preferences and behaviour. Forestry 73 (2): 143-153.
- Lämås, T, Thuresson, T & Holm, S 1996. A cost function estimating the loss due to extended rotation age. Scand. J. For. Res. 11:193-199.
- Mattsson, L, Boman, M & Kindstrand, C 2004. Privatagd skog: Värden, visioner och forskningsbehov. SUFOR-rapport, inst f sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
- Niklasson, M & Drakenberg, B 2001. A 600-year tree-ring fire history from Kvill National Park, southern Sweden - implications for conservation strategies in the hemiboreal. Biol. Conserv. 101: 63-71.
- Niklasson, M, Lindbladh, M & Björkman, L 2002. A long-term record of Quercus decline, logging and fires in a southern Swedish Fagus-Picea forest. J. Veget. Science 13: 765-774.
- Niklasson, M & Nilsson, S G 2002. A preliminary regional division for efficient biodiversity preservation based on disturbance regime, forest history and tree species distribution: the southern Swedish example. I: Björk, L (ed): Sustainable Forestry in Temperate Regions. Proceedings of the SUFOR International Workshop, Lund, Sweden, p. 131-135.
- Niklasson, M & Nilsson, S G 2005. Skogsdynamik och arters bevarande – bevarandebiologi, skogshistoria, skogsekologi och deras tillämpning i Sydsveriges landskap. Studentlitteratur, Lund. 320 s.
- Nilsson, P & Gustafsson, K 1999. Skogsskötseln vid 90-talets mitt – läge och trender. Inst f skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå. Arbetsrapport nr 56. 63 pp.
- Nilsson, S G 1980. Möckelnområdets fågelfauna. Länsstyrelsen i Kronobergs län. Växjö. 53 sid.
- Nilsson, S G 1997. Forests in the temperate-boreal transition: natural and man-made features. Ecol. Bull. 46: 61-71.
- Nilsson, S G 2001. Sydsveriges viktigaste områden för bevarandet av hotade arter – vedskalbaggasom vägvisare till kärnområdena. Fauna och Flora 96: 59-70.
- Nilsson, S G 2002. Biologisk mångfald i Linnés hembygd i Småland. 1. Rödlistade arters miljökrav i Stenbrohults socken. Fauna och Flora 97 (4): 20-29.
- Nilsson, S G, Aronsson, G & Hultengren, S 2003. Biologisk mångfald i Linnés hembygd i Småland. 2. Rödlistade växter och svampar i Stenbrohults socken. Svensk Bot. Tidskr. 97: 74-93.
- Nilsson, S G & Baranowski, R 2003. Biologisk mångfald i Linnés hembygd i Småland. 3. Rödlistade vedskalbaggas i centrala Stenbrohults socken. Entomologisk Tidskrift 124 (3): 137-157.



- Nilsson, S G, Hedin, J & Niklasson, M 2001. Biodiversity and its assessment in boreal and nemoral forests. *Scand. J. For. Res.* 16, Suppl. 3: 10-26.
- Nilsson, S G, Niklasson, M 2002. An approach to quantitatively estimate biodiversity preservation potential at forest stand level. In: Björk, L (ed): *Sustainable Forestry in Temperate Regions. Proceedings of the SUFOR International Workshop*, Lund, Sweden, pp. 38-44.
- Nilsson, S G, Niklasson, M, Hedin, J, Aronsson, G, Gutowski, J M, Linder, P, Ljungberg, H, Mikusinski, G & Ranius, T 2002. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management* 161: 189-204.
- Nilsson, S G, Niklasson, M, Hedin, J, Aronsson, G, Gutowski, J M, Linder, P, Ljungberg, H, Mikusinski, G & Ranius, T 2003. Erratum to "Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests." *Forest Ecology and Management* 178: 355-370.
- Nilsson, S G, Niklasson, M, Hedin, J, Eliasson, P & Ljungberg, H 2005. Biodiversity and sustainable forestry in changing landscapes – principles and southern Sweden as an example. *J. of Sustainable Forestry* 21: in press.
- Nilsson, S G & Nilsson, I N 2004. Biologisk mångfald i Linnés hembygd i Småland. 4. Kärlväxtfloran och dess förändring i Stenbrohults socken. *Svensk Bot. Tidskr.* 98: 65-160.
- Nilsson, S G & Rundlöf, U 1996. Natur och kultur i Stenbrohult. Naturskyddsföreningen i Kronobergs län. 88 s.
- Næsset, E, Gobakken, T & Hoen, H F 1997. Economic analysis of timber management practices promoting preservation of biological diversity. *Scand. J. For. Res.* 12: 264-272.
- Palm, T 1959. Die Holz- und Rinden-käfer der Süd- und Mittelschwedischen Laubbäume. *Opusc. Ent. Suppl.* XVI: 1-374.
- Pukkala, T, Nuutinen, T & Kangas, J 1995. Integrating scenic and recreational amenities into numerical forest planning. *Landscape and Urban Planning* 32: 185-195.
- Ranius, T 2000. Minimum viable metapopulation size of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Anim. Cons.* 3: 37-43.
- Ranius, T 2002. Influence of stand size and quality of tree hollows on saproxylic beetles in Sweden. *Biol. Conserv.* 103: 85-91.
- Ranius, T & Hedin, J 2000. The dispersal rate of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Oecologia* 126: 363-370.
- Ranius, T & Nilsson, S G 1997. Habitat of *Osmoderma eremita* Scop. (Coleoptera: Scarabaeidae), a beetle living in hollow trees. *J. Insect Cons.* 1: 193-204.
- Sverdrup, H, Hagen-Thorn, A, Holmqvist, J, Wallman, P, Warfvinge, P, Walse, C & Alveteg, M 2002. Biogeochemical processes and mechanisms. In: Sverdrup, H. & Stjernquist, I. (eds): *Developing Principles and Models for Sustainable Forestry in Sweden*. Kluwer Academic Publishers p 91-196.
- Sverdrup, H & Warfvinge, P 1993. Calculating field weathering rates using a mechanistic geochemical model – PROFILE. *Journal of Applied Geochemistry* 8:273-283.
- Thorén, P 1997. Åldersbestämning av träd, historiskt källmaterial och epifytförekomst - kompletterande hjälpmedel för bestämning av bokskogars kontinuitet. Rapport Ekologiska inst, Lunds universitet.
- Warfvinge, P & Sverdrup, H 1995. Critical loads of acidity to Swedish forest soils. Technical Report, Department of Chemical Engineering II, Lunds universitet, Lund.
- Öckinger, E, Niklasson, M & Nilsson, S G 2002. Forest continuity in relation to dispersal capacity of species. In: Björk, L (ed): *Sustainable Forestry in Temperate Regions. Proceedings of the SUFOR International Workshop*, Lund, Sweden, p. 143-146.
- Öckinger, E, Niklasson, M & Nilsson, S G 2005. Is local distribution of the epiphytic lichen *Lobaria pulmonaria* limited by dispersal capacity or habitat quality? *Biodiversity and Conservation* 14: 759-773.