

## Bivråkens *Pernis apivorus* boplatsval

MARTIN AMCOFF, MARTIN TJERNBERG & ÅKE BERG

---

### Abstract

At 30 Honey Buzzard nests in southwest Uppland (59°45'N) data were collected concerning different parameters of the forest (tree species composition, age, density, site quality class, silviculture, history etc.). These data were compared with the same parameters collected from a random sample of 32 spots in forests from the same area. The results show that the Honey Buzzard *Pernis apivorus* preferred to nest in diversified forest with high site quality class, and the preferred forests were often neglected concerning forestry measures and were also often affected by earlier wood-pasturage. Old forests with a high proportion of deciduous

trees and with a high mixture of tree species were preferred, while no nests were found in pine forest despite this forest type being the most common in the study area. The nests of Honey Buzzard were not randomly situated in the landscape but tended to be congregated along lakes, where also the highest site quality class forests were found.

*Martin Amcoff, Hollandsresan 198, 757 55 Uppsala, Sweden*

*Martin Tjernberg, Åke Berg, SLU, Inst.f. viltekologi, Box 7002, 750 07 Uppsala, Sweden*

---

Received 17 January 1994, Accepted 30 August 1994, Edited by H. Smith

### Inledning

Det svenska landskapet har genomgått stora förändringar under 1900-talet. Betydande arealer jordbruksmark har lagts ner och till stor del ersatts av skog samtidigt som stora arealer ängs- och hagmarker har ersatts av intensivt brukade åkrar (Gerell 1988). Det fram till första hälften av 1900-talet mycket utbredda skogsbetet har idag så gott som helt upphört (Wahlgren 1914, Ehnström & Waldén 1986, Gerell 1988, Andersson m.fl. 1993). Införandet av kalhyggesbruk samt den snabba tekniska utvecklingen inom skogsbruket under andra hälften av detta århundrade har kraftigt påverkat skogslandskapet (Skogsstyrelsen 1974, Ahlén 1977). Svenskt skogsbruk är tekniskt och ekonomiskt bland det mest utvecklade i världen och 95% av skogsarealen nyttjas för skogsbruk (Gamlin 1988). En allt större del av skogsmarksarealen utgörs idag av planterade monokulturer av barrträd. Dessa skogar är vanligen välslutna och avverkas så snart de nått ekonomiskt "mogen" ålder.

Flera undersökningar har visat att modernt skogsbruk påverkar många fågelarter negativt, t.ex. när naturskogar avverkas (för översikt se Hansson 1992). I Småland var totala antalet fågelindivider tre gånger

högre per ytenhet i naturskog än i produktionsskog och i en granplantering var tätheten endast 1/9 av tätheten i naturskogen. Även antalet fågelarter var högre i naturskogen (Nilsson 1979a). Det är ett välkänt faktum att produktiva (bördiga) skogar håller högre tätheter av häckande fåglar än fattiga skogar (Palmgren 1930). Lövträdsrika skogar är i allmänhet mer produktiva än barrskogar och håller följaktligen högre tätheter av häckande fågelarter, vilket förefaller ha ett samband i första hand med andelen död ved, men även med typ av undervegetation, antalet trädarter och den vertikala skiktningen i skogen (Nilsson 1979b). Även biotopfragmentering är av stor betydelse för artdiversitet och täthet av fåglar och insekter. Kantzoner innehåller således ofta högre tätheter av tättingar än områden längre in i skogen, troligen beroende på bättre födosöksbetingelser (Hansson 1983, Helle 1984). Många insektsarter påträffas i betydligt högre tätheter i kantzona av skogen än längre in i skogen beroende på skillnader i solljusexponering (Helle 1984). Skogsfragmenteringen påverkar i första hand generalisterna bland småfåglarna som ökar i antal med ökad fragmentering (Haila et al. 1989), medan många

skogslevande stannfåglar, framför allt de arter som är specialiserade i sitt födoval, minskar i antal med ökad fragmentering (Väisänen et al. 1986, Virkkala 1990, 1991, Angelstam 1992).

Bivråken *Pernis apivorus* är en lite studerad art trots att den är relativt allmän i Europa. Arten är skogslevande och nyttjar skogsmark samt kantzoner till jordbruksmark (bl.a. hag- och ängsmark) för sitt födosök. Födan utgörs av skogslevande tättingar och grodor under den inledande delen av häcknings-säsongen medan den under högsommaren – hösten huvudsakligen består av samhällslevande getingar (Tjernberg, opublicerat). I Sverige har bivråken med största sannolikhet minskat sedan 1960-talet. De standardiserade flyttfågelräkningar som bedrivs på höstarna vid Falsterbo i Skåne visade en signifikant minskning av antalet flyttande bivråkar under perioden 1973–1992 (Roos 1991, Tjernberg & Rytman 1994). Även överlevnadsberäkningar grundade på återfynd av ringmärkta boungar indikerar att arten är på tillbakagång (Tjernberg & Rytman 1994). Orsakerna till bivråkens negativa populationstrend är ej kända. Tänkbara orsaker är jakt under flyttningen genom Europa och Afrika och någon form av miljöförändring i häcknings- och/eller övervintringsområdena. Beträffande det senare alternativet kan ändrat markutnyttjande inom jord- och skogsbruk, inte minst inom häckningsområdena, ha påverkat artens numerär negativt.

Målet med denna undersökning har varit att försöka klarlägga vilken typ av skog som bivråken föredrar att häcka i. Med kännedom om detta kan slutsatser dras om vilka hänsynstaganden inom jord- och skogsbruksnäringarna som bör gynna artens framtid i landet. I uppsatsen diskuteras även vad som kan tänkas vara den direkta orsaken till bivråkens val av boplats – skogens utseende eller födotillgången i utvalda skogar.

## Metoder

### Undersökningsområde

Undersökningsområdet (197 km<sup>2</sup>) är beläget vid Mälaren i sydvästra Uppland. Landarealen är 168 km<sup>2</sup>, varav skogsmark upptar 58 km<sup>2</sup> och öppen mark (huvudsakligen åkermark) 110 km<sup>2</sup>. Skogarna är fragmenterade i 613 objekt, de flesta (53%) mycket små ( $\leq 1$  ha) och endast 10 med en areal överstigande 1 km<sup>2</sup> (största enskilda skogsområde 18,4 km<sup>2</sup>) (Fig. 1). De större skogsområdena, vilka starkt dominerar av barrträd, brukas tämligen rationellt. Vanligen följs det traditionella mönstret med slutav-

verkning, plantering, röjning, gallring o.s.v. I många bestånd, framför allt mindre skogsdungar i anslutning till jordbruksmark samt längs sjöstränder med rika våtmarker och med en stor andel lövträd, är skogsskötseln mindre intensiv. Här har ofta skogen i större eller mindre grad fått utvecklas fritt sedan skogsbete eller slätter upphört. Resultatet har blivit medelålders och äldre skogar med stor variation vad gäller trädslagssammansättning, trädhöjd, diameter och åldersfördelning. Dessa skogar hyser generellt sett ett rikt växt- och djurliv. Självgallringen är påtaglig och döda och döende träd förekommer i varierande men i förhållandevis hög utsträckning.

Inom ovan nämnda undersökningsområde intensivstuderades bivråken 1986–91, varvid stora ansträngningar gjordes för att lokalisera boplatserna. Eftersöken koncentrerades till skogsområden som, av bivråkparens beteenden att döma, troligen var bebodda. I vissa fall påträffades ej någon boplats trots intensiva sökningar. Detta inträffade i allmänhet när de misstänkta boplatserna var placerade i större sammanhängande skogar. En kvalificerad uppskattning, grundad på konstaterat antal etablerade par i förhållande till funna boplatser, indikerar att åtminstone 60–70% av samtliga bon inom området påträffades. Totala antalet etablerade bivråkspar var under de inledande åren av studien cirka 20, men minskade sedan successivt till cirka 15 1990–91 (Tjernberg, opublicerat).

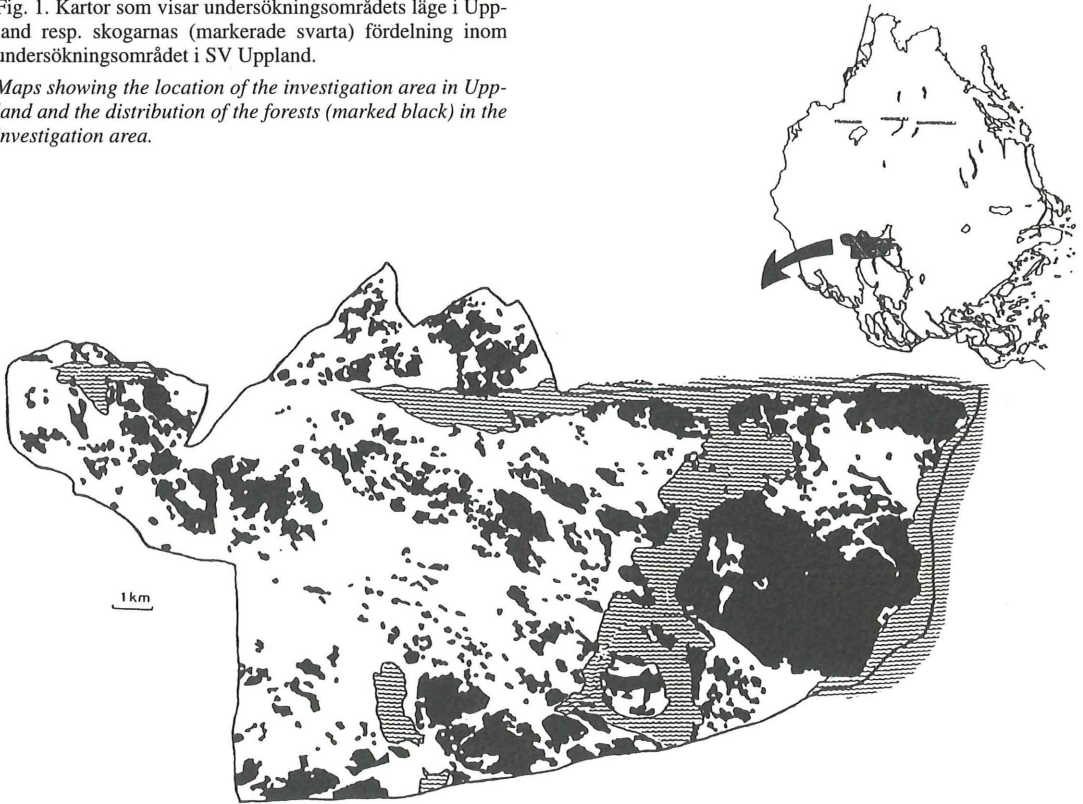
Samtliga kända bivråksbon (30) med intakta biotoper besöktes under sommaren 1991. Ytterligare sju bon var kända inom undersökningsområdet tidigare under 1980-talet, men biotoperna vid dessa var vid undersökningstillfället förstörda av skogliga åtgärder. För varje bo insamlades ett antal uppgifter om boets placering samt om beskaffenheten hos kringliggande skog och mark. Inom undersökningsområdet slumpades dessutom 32 ytor ut i skogsmark (koordinaterna för ytornas mittpunkt slumpmässigt valda med en noggrannhet av  $\pm 25$  m). Som slumpyta räknades trädbevuxen mark där medelhöjden på träden var minst 10 meter och krontäckningen minst 50%. I dessa ytor insamlades motsvarande uppgifter som vid boytorna. Slumphytorna gjorde det möjligt att analysera och utvärdera bivråkens biotopmässiga krav på boplatserna i relation till "normalskogen" i området.

Uppgifter avseende boets placering samt beskaffenheten hos kringliggande skog och mark insamlades vid ytterligare nio bivråksbon i norra Uppland, belägna vid Tännaren (7), Vendelsjön (1) och Danne-morasjön (1). Dessa bon ingick inte i jämförelsen med slumphytor.



Fig. 1. Kartor som visar undersökningsområdets läge i Uppland resp. skogarnas (markerade svarta) fördelning inom undersökningsområdet i SV Uppland.

Maps showing the location of the investigation area in Uppland and the distribution of the forests (marked black) in the investigation area.



### Statistik

Eftersom ett relativt stort antal parametrar studerades och vissa av dessa samvarierade analyserades också materialet med multivariata metoder. För detta ändamål (förekomst/ icke förekomst av bo) användes en stegvis logistisk regressionsmodell (se Hosmer & Lemeshow 1989) som lämpar sig för jämförelser mellan två kategorier. Samtliga landskapsparametrar, skogsparametrar (utom volymen tall) och de parametrar som beskriver markförhållanden användes i det multivariata testet. Volymen tall togs ej med eftersom tallskogar undveks av bivråken och vi eftersträvade en modell som beskrev de egenskaper hos boplatsen som bivråken föredrog (ej vad den undvek). Den parameter som förklarade mest av variationen mellan boplatser och slumptytor togs in först i modellen (forward selection). P-värdet för att en variabel skulle tas in i modellen sattes till 0,05.

### Insamlade data

Följande data insamlades vid boplatser- och slumptytor:

*Areal på utnyttjade skogar.* Arealen på samtliga skogar inom undersökningsområdet i sydvästra Uppland mättes med digitaliseringsbord på kartor i skala 1:25 000. Vid analysen utnyttjades kunskapen om samtliga påträffade bivråksbon (37) inom området under 1980-talet t.o.m. 1991.

*Avstånd till vatten, åker/ängsmark samt till väg.* Avståndet i meter från boträdet respektive slumptytans fingerade boträd till närmaste sjö eller vattendrag med permanent öppen vattenyta, till närmaste åker/ängsmark resp. till närmaste med bil körbara väg, mättes i fält eller vid längre avstånd på karta.

*Historik.* Skogen vid bo- och slumptytor indelades i två kategorier utifrån tidigare markanvändning: 1) Tidigare betad mark eller äng med mer eller mindre naturlig skogssuccession sedan bete respek-

tive slätter upphört, 2) skogsmark utan tydlig påverkan av före detta bete eller slätter.

**Skogsskötsel.** Skogen på boytorna och slumpytorna indelades i två kategorier utifrån nuvarande skogsskötsel: 1) Skogsbruk där skogsskötseln är mindre intensiv, t.ex. med påtaglig självgallring, överårig skog etc. 2) Aktivt skogsbruk där skogen sköts ungefär utifrån skogsvårdslagens regler och intentioner (Skogsstyrelsen 1987).

**Virkesförråd.** På samtliga bo- och slumpytor bestämdes grundytan med relaskop varvid de olika trädarterna skildes ut (för metod se Karlsson & Westman 1987). De mycket sparsamt förekommande arterna rönn, oxel m.fl. sammanfördes vid de slutliga beräkningarna till gruppen triviallövträd. Grundtyevägd medelhöjd mättes för de olika trädslagen och därefter kunde virkesförrådet i skogskubikmeter per hektar (m<sup>3</sup>/ha) beräknas för de förekommande trädslagen. Grundytan mättes dels direkt vid boträdet, dels på ytterligare fyra mätytor utlagda 50–75 från boträdet i olika riktningar. Detta innebär att en areal på i allmänhet 2–3 ha kring boet resp. slumpytans centrum beskrevs.

**Stamantal.** Samtliga träd med en stamdiameter  $\geq 10$  cm i brösthöjd (1,3 m ovan marken), fördelade på tall, gran och lövträd, räknades på cirkelytor med arean 200 m<sup>2</sup>. Mätytorna (5 per provyta) var desamma som vid bestämningen av grundytan/virkesförrådet.

**Slutenhet.** Trädskronornas täckningsgrad (slutenhet) uppskattades på provytorna (samma mätytor som vid grundtybestämningen) och klassificerades i en tiogradig skala (0–100%).

**Ålder.** Beståndets totalålder uppskattades som grundtyevägd totalålder, vilket innebär att de medelgrova trädens ålder representerar beståndets ålder (för metod, se Karlsson & Westman 1987). Den grundtyevägd åldern indelas i fem klasser I–V, där klass I representerar 0–19 år, klass II 20–40 år o.s.v.

**Markfuktighet.** Marken indelades i markfuktighetsklasserna blöt, fuktig, frisk respektive torr mark (för definition, se Hägglund & Lundmark 1984).

**Bonitet.** För att erhålla ett mått på markens bördighet och förmåga att producera virke (bonitet) användes skogshögskolans boniteringssystem (Hägglund & Lundmark 1984). Denna innebär att marken klassificeras utifrån markvegetationen varvid ett mått på markens bördighet erhålls. Följande markvegetationsklasser, vilka är ordnade efter ökande bördighet, förekom på provytorna; 1) lavrik mark (förekom endast på en provyta), 2) blåbärstyp, 3) smalbladig grästyp, 4) bredbladig grästyp, 5) mark utan fältskikt, 6) lågört och 7) högört.

**Boträd.** Botrådets art, höjd och stamdiameter i brösthöjd noterades. På slumpytorna utsågs slumpmässigt ett träd (stamdiameter  $\geq 15$  cm, trädhöjd  $\geq 10$  m) vilket fick motsvara boträdet och samma uppgifter noterades för detta träd. På boytorna mättes boets höjd över markytan, i vilket väderstreck det låg samt om det var placerat på grenar invid stammen, i en klyka eller om det låg ute i grenverket.

## Resultat

Från undersökningen i sydvästra Uppland, där miljön kring bivårksbon kunde jämföras med miljön vid slumpytorna, framgår det att bivårken prefererade vissa skogstyper. Även om variationen i boplatsval var stor visar resultaten statistiskt signifikanta skillnader för många variabler mellan boplatsytorna och slumpytorna.

### Enfaktorstester

#### Landskapsparametrar

Inom undersökningsområdet har bivårksbon påträffats i totalt 29 skogsområden med arealer från 0,5 ha och uppåt (Tabell 1). Boplatsytorna låg signifikant

Tabell 1. Antal skogsområden i olika arealklasser, total skogsareal inom resp. arealklass samt antalet (andelen) skogar inom resp. arealklass som innehöll minst ett bivårksbo i undersökningsområdet i sydvästra Uppland.

*Distribution of forests in the study area (south-west Uppland) into different area-classes, total area of each area-class and the number (proportion) of forests in each respective area-class containing at least one Honey Buzzard nest.*

Arealklass (ha)	Antal skogar	Total areal (km <sup>2</sup> )	Antal skogar med bon (%)
Area-class (ha)	Number of forests	Total area (km <sup>2</sup> )	No. of forests with at least one nest (%)
0–	1	327	1 (0,3)
1–	2	93	2 (2,1)
2–	5	82	2 (2,4)
5–	10	39	3 (7,7)
10–	25	38	9 (23,7)
25–	50	18	4 (22,2)
50–	100	6	1 (16,7)
100–	500	9	6 (66,7)
≥500	1	18,38	1 (100,0)



närmare öppet vatten än slumptyorna (Tabell 2). En tredjedel av bona låg i vad som kan betecknas som strandskog, maximalt 50 m från öppet vatten. Bonas placering i förhållande till åker-/ängsmark samt till körbar väg avvek ej statistisk från slumptyornas (Tabell 2). Några bon låg mycket nära trafikerade vägar, t.ex. låg ett bo endast 15 m från en hårt trafikerad större riksväg.

#### Historik och skogsskötsel

Bedömningen av den nuvarande skogens historik

visade att i 70% av boytorna hade skog uppkommit sedan ängs- och åkerbruk upphört, eller också var skogen tydligt påverkad av tidigare skogsbyte. Skillnaden mot slumptyorna var signifikant ( $\chi^2 = 7,9$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,01$ ) och endast 34% av dessa visade tecken på motsvarande beståndshistorik. Statistisk signifikant skillnad rådde mellan boplatsytor och slumptytor också vad gäller skogsskötselns intensitet. Skogsskötseln bedömdes som aktiv på 27% av boytorna medan 62% av slumptyorna bedömdes aktivt brukade ( $\chi^2 = 8,0$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,01$ ).

Tabell 2. A) Avstånd (m)  $\pm$  (S.D.) från boplatser (n = 30) och slumplatser (n = 32) till vatten, åkermark och vägar. G-värden från logistisk regression (df = 1). B) Kubikmeter  $\pm$  (s.d.) av olika trädslag i boplatsytor (n = 30) och slumptytor (n = 32). G-värden från logistisk regression (df = 1). C) Antal trädarter, krontäckning (proportion), ålder (klass 1–5) och bonitet (skala 1–7) vid boplatser (n = 30) och vid slumplatser (n = 32). G-värden från logistisk regression (df = 1).

A) Distance (m)  $\pm$  (S.D.) from nest (n = 30) and from randomly chosen points in forests (n = 32) to water, arable land and road. B)  $m^3 \pm$  (S.D.) of different tree species in forests with Honey Buzzard nests (n = 30) and at randomly chosen points in forests (n = 32), respectively. C) Number of tree species, crown-density (proportion), age-class (5 classes) and site quality class (scale 1–5) in forests with Honey Buzzard nests (n = 30) and at randomly chosen points in forests (n = 32), respectively. G-values from logistic regression (df = 1) in all cases.

Parameter <i>Parameter</i>	Boplats <i>Nesting place</i>	Slumplats <i>Random place</i>	G-värde <i>G-value</i>	P-värde <i>P-value</i>
A) Avstånd till vatten <i>Distance to water</i>	604 $\pm$ 816	1295 $\pm$ 1100	7,9	<0,01
Avstånd till åker <i>Distance to arable land</i>	167 $\pm$ 160	226 $\pm$ 252	1,3	>0,2
Avstånd till väg <i>Distance to road</i>	217 $\pm$ 163	285 $\pm$ 235	1,9	>0,1
B) m <sup>3</sup> tall <i>(pine)</i>	19,2 $\pm$ 32,4	78,1 $\pm$ 66,8	18,2	<0,001
m <sup>3</sup> gran <i>(spruce)</i>	113,9 $\pm$ 101,3	73,4 $\pm$ 63,6	3,6	>0,05
m <sup>3</sup> ädellöv <i>(southern deciduous)</i>	36,8 $\pm$ 62,4	3,2 $\pm$ 12,3	12,9	<0,001
m <sup>3</sup> triviallöv <i>(other deciduous)</i>	42,4 $\pm$ 44,2	22,2 $\pm$ 57,1	2,6	>0,1
m <sup>3</sup> löv totalt <i>(tot. deciduous)</i>	79,2 $\pm$ 71,9	25,4 $\pm$ 62,0	10,3	<0,01
m <sup>3</sup> totalt <i>(total)</i>	212,4 $\pm$ 67,1	176,9 $\pm$ 71,9	4,0	<0,05
C) Antal trädarter <i>(no. of tree-species)</i>	5,0 $\pm$ 2,4	3,0 $\pm$ 1,4	15,6	<0,001
Krontäckning <i>(crown-density)</i>	0,80 $\pm$ 0,10	0,79 $\pm$ 0,09	0,4	>0,3
Åldersklass <i>(age-class)</i>	4,0 $\pm$ 0,9	3,2 $\pm$ 1,0	9,1	<0,001
Bonitet <i>(site quality class)</i>	5,6 $\pm$ 1,6	4,1 $\pm$ 1,8	10,9	<0,001

## Skogstyper och markförhållanden

Vid de statistiska beräkningarna av skogsvolymer jämfördes m<sup>3</sup> tall *Pinus silvestris*, m<sup>3</sup> gran *Picea abies*, m<sup>3</sup> triviallöv (huvudsakligen björk *Betula* spp., al *Alnus* spp. och asp *Populus tremula*), m<sup>3</sup> ädellöv samt m<sup>3</sup> totalt. De beräknade trädvolymer avser m<sup>3</sup> per hektar. Det totala virkesförrådet var signifikant högre på boplatsytorna än på slumpytorna (Tabell 2). Det totala stamantalet per ha skilde sig dock inte mellan boplatser (542,3 ± 183,8) och slumpplatser (621,5 ± 301,3, logistisk regression, G = 1,5, p>0,2). Trädens genomsnittliga stamvolym (totalvolym/stamantal = m<sup>3</sup>/träd) skilde inte heller mellan boplatserna (0,42 ± 0,20) och slumpplatserna (0,34 ± 0,19, G = 2,9, p>0,05), även om det fanns en tendens till att träden var grövre på boplatserna.

På boplatsytorna fanns i medeltal en signifikant mindre volym tall än i slumpytorna (Tabell 2), vilket berodde på att tall saknades på 50% av boplatsytorna men endast på 14% av slumpytorna. Beträffande volymen gran erhöles en tendens till större volym gran på boplatsytorna jämfört med slumpytorna, men skillnaden var ej signifikant (Tabell 2). Gran saknades på 17% av boplatsytorna och på 6% av slumpytorna. Volymen triviallöv visade inte någon statistiskt säkerställd skillnad mellan boplatsytorna och slumpytorna även om den i medeltal var nästan dubbelt så stor på boplatsytorna som på slumpytorna (Tabell 2). Triviallöv förekom på 93% av boplatsytorna jämfört med 66% av slumpytorna. Al förekom på 27% av boplatsytorna och på 6% av slumpytorna. Motsvarande värden för björk var 73% resp. 56% och för asp 33% resp. 16%. På boplatsytorna var volymen ädellöv (i detta fall ek *Quercus robur*, ask *Fraxinus excelsior*, lind *Tilia cordata*, lönn *Acer platanoides* och alm *Ulmus glabra*) signifikant högre än i slumpytorna (Tabell 2). De olika arterna av ädellövträd förekom på följande andelar av boplatsytorna; ek 47%, ask 43%, lind 30%, lönn 17% och alm 13%. På slumpytorna förekom ädellövträd endast undantagsvis och lind och lönn saknades helt. Avseende den totala volymen lövskog (triviallöv + ädellöv) innehöll boplatsytorna i genomsnitt tre gånger större volym än slumpytorna (Tabell 2). Endast två av boytorna saknade lövträd medan elva av slumpytorna saknade lövträd.

Även andra parametrar skilde sig mellan boplatser och slumpytor. Antalet trädarter på boplatsytorna var signifikant fler än i slumpytorna (Tabell 2). Variationen var stor i boplatsytorna, från rena granbestånd till ädellövskogar med upp till 10 trädarter. Skogen på boplatsytorna var också signifikant äldre än skogen på slumpytorna (Tabell 2). Den yngsta

skogen bivråken häckade i var en jämnårig cirka 45-årig granskog. Bivråksbona låg placerade i skogsområden med signifikant högre bonitet än på slumpytorna (Tabell 2). Den högsta bonitetsklassen, högört, noterades på 53% av boplatsytorna medan endast 16% av slumpytorna klassades som högört. Däremot fanns ej någon skillnad i krontäckning mellan boplatsytor och slumpytor (Tabell 2) och i nästan samtliga fall, på både boplatsytor och slumpytor, klassificerades marken som frisk. Ett av boträden, en al, växte på blöt mark.

## Val av boträd och placering av bo

Det vanligaste boträdet var gran – 19 (63%) av 30 bon var placerade i granar. Övriga bon låg i klibbal (3), ek (3), björk (2), lind (2) och lönn (1). Till boträd valdes ofta ett grovt och välväxt träd. Botrådets stamdiameter i brösthöjd var i medeltal (± S.D.) 43,3 ± 16,4 cm jämfört med 24,6 ± 8,5 cm på slumpmässigt valt träd i slumpytorna (logistisk regression, G = 142,7, p<0,001). Det klenaste boträdet, en gran med stamdiameter 20 cm i brösthöjd, påträffades i en tät, planterad granskog. Det grövsta boträdet var en lind med 83 cm i stamdiameter. Botrådets höjd var i medeltal 21,9 ± 3,0 m (från 16,3 m till 28,2 m), vilket var signifikant högre än de slumpvis utvalda träden som var 16,8 ± 4,4 m (logistisk regression, G = 24,6, p<0,001).

Boet placerades i genomsnitt på 12,8 m höjd (7,5–18,3 m) och i genomsnitt 9,2 m under trädets topp (5,4–13,1 m). Vanligtvis byggdes boet på grenar invid stammen (20 bon). Samtliga bon i granar och ett i ek var placerade på detta sätt. Sju bon var placerade i grövre grenklykor och tre bon var byggda ute på sidogrenar. Bivråkens bon är vanligtvis väl gömda i trädkronorna och är ofta mycket svåra att upptäcka. Bivråken föredrog att placera boet på södra sidan av stammen. Av 25 bon i undersökningsområdet var 18 (72%) placerade i kronans södra del, i riktning mellan sydost och sydväst.

## Flerfaktorstest

Den första variabeln som togs upp i modellen var antalet trädarter, den andra m<sup>3</sup> gran och den tredje och sista m<sup>3</sup> ädellövskog (Tabell 3). Tillsammans förklarade dessa tre parametrar 45,4% av skillnaden mellan boplatser och slumpytor. Både antal trädarter och m<sup>3</sup> ädellövskog var starkt korrelerade till boniteten i dessa områden (Spearman rank korrelation, r<sub>s</sub> = 0,64, p<0,001 respektive r<sub>s</sub> = 0,46, p<0,001). Antal trädarter och m<sup>3</sup> ädellövskog var också positivt korrelerade till skogens ålder (Spearman rank korrela-



Tabell 3. Koefficienter, G- och P-värden för den logistiska regressionsmodellen, vilken förklarar skillnaden mellan boplatser och slumptytor. De parametrar som förklarade mest av variationen (P-värde  $\leq 0,05$ ) ingår i tabellen (se text under Resultat).

*Coefficients, G- and P-values for the stepwise logistic regression model, that explains the difference between forests at Honey Buzzard nests and at random sites. Those parameters which explained most of the difference (P-value  $\leq 0.05$ ) are listed (see Result).*

Parameter	Koefficient	S.E.	G-värde	P-värde
Konstant <i>constant</i>	-5,908	1,632	3,62	<0,001
Antal arter <i>No. of species</i>	0,790	0,284	2,78	<0,01
Kubikmeter gran <i>m<sup>3</sup> spruce</i>	0,211	0,061	3,46	<0,001
Kubikmeter ädellöv <i>m<sup>3</sup> southern deciduous</i>	0,738	0,304	2,43	<0,01

tion,  $r_s = 0,26$ ,  $p < 0,05$  och  $r_s = 0,39$ ,  $p < 0,01$ ). Detta indikerar att bivråken föredrog bördiga områden med inslag av olika lövträdsarter i skogar av relativt hög ålder. Antal trädarter och  $m^3$  ädellövskog var negativt korrelerat till avståndet till vatten (Spearman rank korrelation,  $r_s = -0,52$ ,  $p < 0,001$  och  $r_s = -0,56$ ,  $p < 0,001$ ) vilket påvisar att de prefererade skogstyperna ofta var av strandskogstyp. Volymen granskog var positivt korrelerad till totalvolymen skog (Spearman rank korrelation,  $r_s = 0,54$ ,  $p < 0,001$ ), som var högre i boplatstorna än i slumptytorna (Tabell 2), samt till trädens medelvolym (Spearman rank korrelation,  $r_s = 0,27$ ,  $p < 0,05$ ). Bivråken tycks således ha en viss preferens för att placera sina bon i skogar med ett relativt stort inslag av grov gran.

#### *Bivråksbon i norra Uppland*

Vid en jämförelse av miljön vid boplatserna i undersökningsområdet i sydvästra Uppland med boplatser ( $n = 9$ ) i norra Uppland fann vi att de flesta av de studerade variablerna (utom avståndet till vatten) visade stor samstämmighet (t-test alla  $p > 0,05$ ). Bivråksbona i norra Uppland var emellertid belägna signifikant närmare vatten (249 m) än de i södra Uppland (604 m,  $t = 2,2$ ,  $p < 0,05$ ).

## Diskussion

### *Boplatsernas fördelning i landskapet*

Skogsarealen är av allt att döma av underordnad betydelse för bivråkens boplatssval eftersom bon även fanns i mindre skogsområden. Med stor sanno-

likhet är det andra faktorer än arealen som bestämmer var bivråken placerar sitt bo (se nedan).

Bivråksbona är enligt föreliggande undersökning ej slumpmässigt spridda i landskapet utan koncentrerade till sjöar och vattendrag, vilket även har konstaterats i Danmark (Jørgensen 1989). Bon i blandskog låg i medeltal 360 m från öppet vatten och bon i lövskog 202 m från öppet vatten. Runt sjöarna fanns rikligt med högproduktiva och låglänta marker med större andel lövskog än i övriga delar av undersökningsområdet. Många av dessa "strandnära" skogar har antagit eller är på väg att anta naturskogskaraktär. Ansamlingen av bivråksbon kring sjöar sammanföll således i stora drag med tillgången på lövskogsdominerade och mycket bördiga skogar. För bon i granskog (40% av 30 boplatser) var emellertid medelavståndet till öppet vatten 1 088 m, vilket ligger nära medelavståndet för samtliga slumptytor som var 1 295 m. Även när det gäller häckningar i granskog så var det emellertid i första hand de mer bördiga granskogstyperna som prefererades (se nedan). Att medelavståndet till öppet vatten blev så stort för bon i granskog kan förklaras av att gransko- gar är vanligt förekommande i undersökningsområdet samt relativt jämnt spridda över hela landskapet.

### *Skogs- och jordbruk*

Studierna av beståndshistoriken i sydvästra Uppland visade att en stor andel av boplatstorna tidigare har varit påverkade av skogsbyte eller så har skogarna uppkommit på f.d. öppen slätter- eller betesmark. Dessutom var skogsskötseln i allmänhet mindre intensiv på boplatstorna. Detta innebär i



Bivråken bygger insynsskyddat i grova, välväxta träd, främst gran men också olika lövträd. Asp och ask undviks eftersom dessa inte är lövade när bivråken anländer i slutet av maj. Boträdet är nästan dubbelt så grovt som genomsnittet i skogen runt om. Ovan t. v.: Hane på bo, Hjälstaviken, 7 juli 1988. Ovan: Bongar, 17 och 12 dagar gamla, Kårsön, 23 juli 1987. T. v.: Nästan flygg unge, Österkvarn, 24 augusti.

*Above left: Male on nest, 7 July 1988. Above: Nestlings, 17 and 12 days old, 23 July 1987. Left: Almost fledged nestling, 24 August.*

praktiken att skogarna på boplatstyperna genomsnittligt var mer variationsrika med fler träddarter och att de hade större variation i ålder, trädhöjd och stamdiameter än "normalskogen". Bördiga marker nära vatten, igenväxande f.d. ängs- eller betesmarker samt låg skogsskötselintensitet verkar vara faktorer som är viktiga vid bivråkens val av boplatstyp. De skogar som utvecklas under dessa förutsättningar innehåller ofta en stor andel lövträd och de har vanligen ett mycket rikt växt- och djurliv jämfört med intensivt skötta skogar (se bl.a. Ehnström & Waldén 1986).

#### *Skogens sammansättning och struktur*

Studien visade visserligen att ett stort antal skilda skogsbiotoper kunde utnyttjas som häckningsplats för bivråken, men samtidigt kunde konstateras att ett flertal variabler i fråga om skogstyp och markförhållanden vid boplatstyperna var starkt avvikande från "normalskogens" i undersökningsområdet. En utvärdering av de utförda statistiska analyserna pekar på att bivråken generellt sett föredrog att bosätta sig

i bördiga skogsområden med hög trädartsdiversitet och i allmänhet stor andel lövträd av relativt hög ålder.

Man kan dela in de skogsbiotoper som förekommer i undersökningsområdet i fyra huvudgrupper utifrån trädslagsfördelningen baserad på volymbekräkningarna, nämligen gran-, tall-, löv- och blandskog. Med granskog avses då skog där gran utgör  $\geq 70\%$ , tallskog utgörs av  $\geq 70\%$  tall, lövskog utgörs av  $\geq 70\%$  lövträd och blandskog är övrig skog där inget trädslag dominerar. Av undersökningen framgår det då mycket tydligt att bivråken företrädesvis placerade sina bon i lövskog i förhållande till utbudet av olika typer av skogar i sydvästra Uppland (Fig. 2) – 30% av bona var placerade i lövskog medan lövskog endast fanns på 9% av slumpytorna. Granskogen utnyttjades i något högre utsträckning som boplatstyp än tillgängligt utbud enligt resultatet från slumpytorna (40% resp. 25%), medan utnyttjandet av blandskogen motsvarade utbudet (30% resp. 31%). Inget av de studerade bona låg i tallskog, vilket visar att bivråken undviker att häcka i denna skogstyp. Resultaten från norra Uppland visade sam-



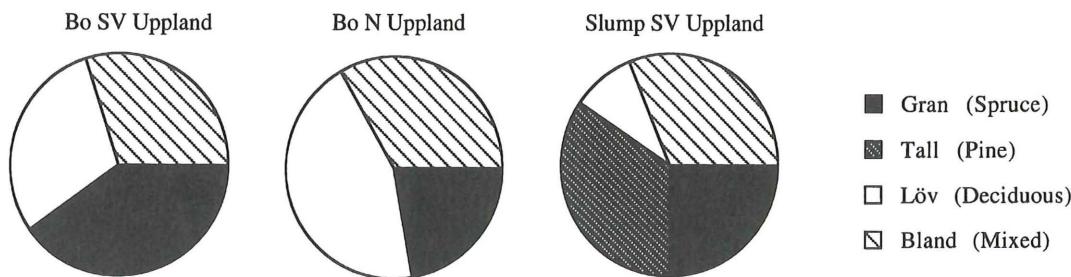


Fig. 2. Fördelningen av granskog, tallskog, lövskog och blandskog vid boplatstytorna i sydvästra Uppland, boplatstytorna i norra Uppland samt på slumpytorna i sydvästra Uppland. (Granskog = skog innehållande  $\geq 70\%$  gran, tallskog = skog innehållande  $\geq 70\%$  tall, lövskog = skog innehållande  $\geq 70\%$  lövträd samt blandskog = skog där inget trädslag dominerar. Trädslagsfördelningen baseras på volymbereäkningar.)

*The distribution of spruce, pine, deciduous and mixed forest at places with Honey Buzzard nests in southwest Uppland, at Honey Buzzard nests in northern Uppland, and at randomly chosen points in forests in southwest Uppland, respectively. (Spruce-forest = forest with  $\geq 70\%$  spruce, pine-forest = forest with  $\geq 70\%$  pine, deciduous forest = forest with  $\geq 70\%$  deciduous trees and mixed forest = forests where no tree species is dominant).*

ma tendens till val av skogstyp som i sydvästra Uppland.

Lövskogen, den skogstyp som bivråken prefererade i första hand, växer på de bördigaste markerna medan tallskog, som undviks helt, växer på de fattigare markerna. Boytorna i lövskog erhöi den högsta markvegetationsklassen (höögört = 7). De skogstyper som bivråken visade endast svag eller ingen alls preferens för – gran- och blandskog – hade klart lägre bonitetsvärden än lövskogen (granskog 4,7, blandskog 5,4). För tallskog saknas värden på markvegetationsklass eftersom inga bon låg i denna skogstyp, men på slumpytorna erhöi tallskog medelvärdet 3,7. Det förefaller även som om bivråken väljer att häcka i de näringsrikaste markerna *inom* varje skogstyp eftersom medelvärdet på markvegetationsklassen för resp. skogstyp (löv-, gran- och blandskog) låg ungefär en klass lägre på slumpytorna än på boytorna. En generell slutsats blir därför att bivråken föredrar att häcka i de skogar som växer på de bördigaste markerna, vilket även Nilsson (1981) konstaterade. I Norrland, där lövskogar är ovanliga jämfört med förhållandena i Götaland och Svealand, medför detta att bivråken i stor utsträckning borde vara hänvisad till att häcka i bördiga granskogar. Detta antagande stämmer väl överens med förhållandet i Västerbotten, där majoriteten av bona påträffas i gamla granskogar som växer på högbonitetsmarker och där det i allmänhet finns ett visst inslag av björk eller asp (Ove Stefansson, muntligt). Markens innehåll av tillgängliga näringsämnen styr i hög grad vilken skog som kommer att utvecklas.

Det är dock knappast bördigheten i sig som påverkar boplatvalet utan det är snarare så att på bördiga marker utvecklas ofta mer varierande skogar. Dessa skogar innehåller fler trädslag och har i allmänhet ett rikare växt- och djurliv vilket sannolikt gynnar bivråken.

Det fanns ingenting i undersökningen från Uppland som tydde på att slutenheten skulle ha någon större betydelse vid valet av boplat. Skogens slutenhet varierade starkt från öppna, luftiga skogar (lägst 52% slutenhet) till mycket täta skogar med som mest 98% slutenhet. Granskogarna som utnyttjades som boplat i Uppland hade en slutenhet (0,79) som motsvarade värdet på slumpytorna (0,79) och på boplatstytorna som helhet (0,80). I de lövskogar där bon fanns var slutenheten 0,84. I Danmark förekommer bivråken i ljusa och luftiga skogar, närmare bestämt ekskogar eller blandlövskogar med bok, ek, björk och klippal, men det är också vanligt att påträffa bivråken häckande i rena bokskogar om dessa är tillräckligt genomhuggna. Däremot påträffas bivråksbon förhållandevis sällan i granbestånd eftersom dessa anses vara för slutna och mörka (Holstein 1944). Granskogar i Danmark, både planterade och sjävföryngrade skogar, är säkert i allmänhet betydligt tätare än i Uppland, vilket kan förklara skillnaden.

Totala volymen skog var högre på boplatstytorna (212,4 m<sup>3</sup> per ha) än på slumpytorna (176,9 m<sup>3</sup> per ha). Denna skillnad beror på att skogen i medeltal var ca 15 år äldre på boplatstytorna. Med hänsyn till de undersökta skogarnas ålder och markens bördig-

het motsvaras skillnaden i volym ungefär av 15 års tillväxt. Förmodligen är åldern på skogen en viktigare faktor än volymen för bivråkens val av boplats eftersom äldre skogar innehåller mer död ved och därmed i allmänhet högre antal tättingar (Nilsson 1979b), de senare en viktig föda för bivråken under maj och juni.

### *Boets placering*

I Uppland valde bivråken oftast att bygga boet i en gran. Av totalt 39 utnyttjade bon låg 23 (59%) i granar. Övriga boträd var ek (4), björk (4), lind (4), klibbal (3) och lönn (1). Noterbart är att inga bon påträffades i asp och ask, två trädslag som är vanliga inom undersökningsområdet. En tänkbar förklaring till detta kan vara att dessa träd ännu ej erhållit löv när bivråken anländer i senare delen av maj. Eftersom de gamla bivråkarna samt dess ägg och ungar är utsatta för en tämligen omfattande predation av bl.a. mård, duvhök och möjligen korp (Tjernberg, egna observationer), är det troligt att bivråken försöker bygga boet i tätare grenverk där det blir svårupptäckt för predatorer. Ask och asp är sena i lövsprickningen och ger mycket dåligt skydd mot insyn under häckningens inledande skede. Luftburna predatorer kan därvid lätt upptäcka bon i olövade träd. Boet kommer också att ligga så gott som helt oskyddat för väder och vind under häckningsperiodens inledning. Ytterligare tänkbara orsaker till att ask och asp undviks som boträd är att det förmodligen är svårt att få fäste för boet i dessa trädslag p.g.a. grenverkets struktur i kombination med trädens glatta bark. Mot bakgrund av detta är det inte förvånande att flertalet bon låg i granar. I dessa träd är det lätt att få fäste för boet, de ger gott insynskydd, framför allt ovanifrån, och skyddar dessutom bra mot dåligt väder.

I danska studier redovisas 79 bivråksbon vilka var fördelade på bok (55), ek (9), gran (7), klibbal (4), hästkastanj (1), lönn (1), tall (1) och lärk (1) (Jørgensen 1989, Holstein 1944). Cramp et al. 1980 anger att bivråken häckar i höga träd särskilt lövträd (såsom bok) eller barrträd (speciellt tallar), men inte sällan också i andra barrträd. Samma verk anger också att den regionala variationen är betydande. Att ovanstående källor redovisar så pass olika resultat beträffande valet av boträd är knappast förvånande med tanke på skogarnas högst varierande sammansättning i olika delar av bivråkens utbredningsområde. Att huvuddelen av bona i den danska undersökningen låg i bokar är väntat eftersom boken täcker betydande arealer i Danmark.

### *Vad styr bivråkens boplatsval?*

Vad är den direkta orsaken till bivråkens boplatsval? Är det skogens struktur i sig med tillgång på lämpliga boträd, predatorskydd etc. eller är det födotillgången som styr? Studierna av bivråd i östra Svealand (Tjernberg i manuskript samt denna undersökning) har bl.a. visat att: (1) Boet är förhållandevis litet och kan placeras i de flesta trädslag, även i relativt kläna träd. (2) Under perioden från det att bivråken anländer till häckningsplatserna i mitten till slutet av maj fram till slutet av juni/början av juli då äggen kläcks, livnär sig bivråken i stor utsträckning på ungar av skogslevande tättingar och i viss omfattning även av grodor. Under denna tid förefaller arten vara territoriell gentemot artfränder. Anledningen till detta är förmodligen att födotillgången under häckningens inledning är av stor betydelse för häckningsutfallet. Högproduktiva skogsområden är förhållandevis ovanligt förekommande i landskapet och är till ytan i allmänhet relativt små och möjliga att försvara mot andra bivråkar. (3) Under högsommaren (juli–augusti) domineras födan av sju sociala getingarters larver och puppor vilka ej funnits tillgängliga tidigare på året. Getingsamhällena finns spridda över hela landskapet, men med fläckvis betydligt tätare förekomst i insektsrika miljöer, vilka nödvändigtvis ej ligger i anslutning till bivråkarnas boplatser. Bivråken utvidgar sina jaktområden under denna årstid till att omfatta mycket stora arealer (upp till 100-tals km<sup>2</sup>) och revirstridigheter mellan bivråksparen förekommer ej, troligen bl.a. därför att det ej är ekonomiskt möjligt att försvara jaktområdena mot inkräktare. Fältstudier tyder snarare på att de olika bivråksparen drar fördel av varandra i sina eftersök på getingrika marker (Martin Tjernberg, egna iakttagelser).

Mycket tyder således på att det är födotillgången i maj–juni som bestämmer bivråkens boplatsval. Vår undersökning visar tydligt att bivråken prefererar att häcka i bördiga och variationsrika skogar. Dessa skogar har betydligt högre tätheter av tättingar än skogar på svagare marker (Palmgren 1930, Nilsson 1979a och b). Det är därför ganska naturligt att bivråken ej påträffas häckande i tallskog, vilken har jämförelsevis låga tätheter av häckande småfåglar.

### **Tack**

Tack till Sven G. Nilsson för synpunkter på en tidigare version av uppsatsen. Medel till studien har erhållits av Världsnaturfonden (WWF).



## Referenser

- Ahlén, I. 1977. *Faunavård. Om bevarande av hotade djurarter i Sverige*. Stockholm.
- Andersson, L., Appelqvist, T., Bengtsson, O., Nitare, J. & Wadstein, M. 1993. *Betespräglad, äldre bondskog från naturvårdssynpunkt*. Skogsstyrelsen, rapp. 7. Jönköping.
- Angelstam, P. 1992. Conservation of communities – the importance of edges, surroundings and landscape mosaic structure. – I: Hansson, L. (red.), *Ecological Principles of Nature Conservation*, sid. 9–70. Elsevier Applied Science. London.
- Cramp, S. & Simmonds, K. E. L. 1980. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. – The Birds of Western Palearctic*. Vol. 2. Oxford.
- Ehnström, B. & Waldén, H. W. 1986. *Faunavård i skogsbruket*. Del 2 – Den lägre faunan. Jönköping.
- Gamlin, 1988. Sweden's factory forests. *New Scientist* No. 1597: 41–44.
- Gerell, R. 1988. Jordbrukslandskapets fågelfauna i historiskt perspektiv. I: Andersson, S. (ed.) *Fåglar i jordbrukslandskapet, Vår Fågelvärld*, Suppl. No. 12: 1–20.
- Haila, Y., Hanski, I. K. & Raivio, S. 1989. Methodology for studying the minimum habitat requirements of forest birds. *Ann. Zool. Fennici* 26:173–180.
- Hansson, L. 1983. Bird numbers across edges between mature conifer forest and clearcuts in Central Sweden. *Ornis Scandinavica* 14:97–103.
- Hansson, L. 1992. Landscape Ecology of Boreal Forests. *TREE* 7 (9):299–302.
- Helle, P. 1984. Effects of habitat area on breeding bird communities in Northeastern Finland. *Ann. Zool. Fennici* 21:421–425.
- Holstein, V. 1944. *Hvepsevaagen*. Köpenhamn.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. 1989. *Applied logistic*. John Wiley and Sons, New York, U.S.A.
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1984. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem del 3*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Jørgensen, H.E. 1989. *Danmarks rovfugle – en statusoversigt*. Frederikshus.
- Karlsson, C. & Westman, S.-E. 1987. *Skogsuppskattning, skogsinventering*. Stockholm.
- Nilsson, S. G. 1979a. Effect of forest management on the breeding bird community in southern Sweden. *Biol. Conserv.* 16:135–143.
- Nilsson, S. G. 1979b. Density and species richness of some forest bird communities in south Sweden. *Oikos* 33:392–401.
- Nilsson, S. G. 1981. De svenska rovfågelbeståndens storlek. *Vår Fågelvärld* 40:249–262.
- Palmgren, P. 1930. Quantitative Untersuchungen über die Vogelfauna in den Wäldern Südfinnlands mit besonderer Berücksichtigung Ålands. *Acta Zool. Fenn.* 7:1–218.
- Roos, G. 1991. Sträckräkningar vid Falsterbo hösten 1988. *Anser* 30:1–28.
- Skogsstyrelsen, 1974. *Natur och landskapsvård*. Jönköping.
- Skogsstyrelsen, 1987. *Skogsvårdslagen, handbok*. Jönköping.
- Tjernberg, M. & Rytman, H. 1994. Bivräkens *Pernis apivorus* överlevnad och beståndsutveckling i Sverige. *Ornis Svecica* 4:133–139.
- Virkkala, R. 1990. Ecology of the Siberian Tit *Parus cinctus* in relation to habitat quality: effects of forest management. *Ornis Scandinavica* 21:139–146.
- Virkkala, R. 1991. Spatial and temporal variation in bird communities and populations in north-boreal coniferous forests: a multiscale approach. *Oikos* 62:59–66.
- Väisänen, R. A., Järvinen, O. & Rauhala, P. 1986. How are extensive human-caused habitat alterations expressed on the scale of local bird populations in boreal forests? *Ornis Scand.* 17:282–292.
- Wahlgren, A. 1914. *Skogsskötsel. Handledning vid uppdragande, vård och förnygring av skog*. Stockholm. 2:a uppl.

## Summary

### *Nest site choice of Honey Buzzard Pernis apivorus.*

#### *Investigation area and methods*

In order to find out which parameters in forests that possibly affect the Honey Buzzard's *Pernis apivorus* choice of nest site, data were collected at 30 Honey Buzzard nests in southwest Uppland (59°45'N). Corresponding data were collected at 32 random sites in forests in the same area. The coordinates for the centre of random sites were randomly chosen with a precision of  $\pm 25$  m and only places with a mean height for trees  $\geq 10$  m and with a crown density  $\geq 50\%$  were selected. The investigated area (197 km<sup>2</sup>, of which land constitutes 168 km<sup>2</sup>) is situated in a farmland district close to Lake Mälaren, and the landscape is largely fragmented, with a total number of 613 small to medium-sized forests (Fig 1. and Table 1). Further data were collected at nine Honey Buzzard nests in northern Uppland.

The areas of all forests in the investigated area were measured by digitising topographical maps (scale 1:25 000), and when analysing this the knowledge of all Honey Buzzard nests found (37 nests) 1980–91 was used. Furthermore, at the intact nests (30) and at the random sites, respectively, data were collected concerning the following parameters; 1) distance (m) from nests and from randomly chosen points in forest to water, arable land and road, respectively, 2) history (previous wood-pasturage, i.e. cattle-grazing in the forest, or not), 3) silviculture (intensive or extensive), 4) volume (m<sup>3</sup>/ha) of pine, spruce and deciduous trees within an area of 2–3 ha; five measured areas – one at the nesting tree and the centre of a random site, respectively, and four in different directions 50–75 m from the nesting tree and the centre of the random site, respectively, 5) number of stems more than 10 cm in diameter at breast height (dbh) for pine, spruce and deciduous trees, respectively (five 200 m<sup>2</sup>-areas measured at

each Honey Buzzard nest and at each random site, respectively), 6) crown-density (%), 7) age of forest (five age-classes), 8) ground moisture (wet, moist, mesic or dry), 9) site quality class (seven classes) and, 9) tree-species, total height and diameter at breast height of nesting tree and for a randomly chosen tree ( $\geq 15$  cm dbh and more than 10 m high) at a random site, respectively. The above-mentioned data from nesting ( $n = 30$ ) and random sites ( $n = 32$ ) were tested with one-factor tests but, since several parameters covaried, also with a multivariate factor test (stepwise logistic regression-model; see Hosmer & Lemeshow 1989).

### Results

Concerning landscape parameters, Honey Buzzard nests were found in 29 forest fragments with areas of 0.5 ha and above (Table 1). The nesting-places were significantly closer to water than the random sites (Table 2). However, there were no differences between nest sites and random sites concerning distance to arable land or roads.

Concerning history, 70% of the forests at nest sites had developed from overgrown arable land or previously wood-pasturaged forests, and this was significantly different, viz. forests at random sites ( $\chi^2 = 7.9$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.01$ ). The silviculture was intensive at 27% of the nest sites while it was intensive at 62% of the random sites ( $\chi^2 = 8.0$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.01$ ).

When statistically testing volume ( $m^3/ha$ ) comparisons were made between pine *Pinus silvestris*, spruce *Picea abies*, the sum of southern deciduous trees (mainly oak *Quercus robur*, ash *Fraxinus excelsior*, elm *Ulmus glabra*, lime *Tilia cordata* and maple *Acer platanoides*), the sum of other deciduous trees (mainly birch *Betula* spp., alder *Alnus* spp. and aspen *Populus tremula*), and the total volume of all trees. The total number of stems/ha and mean stem volume was the same at the nest sites and at the randomly chosen forest sites, even if there was a tendency for thicker stems at the nesting places. At the nest sites there was a significantly lower volume of pine compared with the situation at the random sites (Table 2). There was a tendency for greater volume of spruce at the nest sites than at the random sites, but the difference was not significant (Table 2). At the nest sites, the volume of southern deciduous trees was significantly higher than at the random sites (Table 2) – at the latter places southern deciduous trees only occurred exceptionally. The volume of other deciduous trees showed no significant difference between nest sites versus random sites, even

if the mean volume was nearly twice as large at the nest sites (Table 2). Concerning the total volume of deciduous trees (southern + other deciduous), there was, on average, a three times higher volume at the nest sites than at the random sites (Table 2). Only two of the nest sites lacked deciduous trees compared with eleven of the random sites. The total volume of all tree species was significantly higher at the nest sites (Table 2).

The number of tree species was significantly higher and the forest significantly older at the nest sites than at the random sites (Table 2). Also the site quality class was significantly higher at the nest sites, while there was no difference in crown-density (Table 2). Nearly all places (both nest and random sites) were situated on mesic ground.

The most common nesting tree was spruce – in the study area in southwest Uppland 63% out of 30 nests were placed in spruces. Including the nine nesting trees from northern Uppland, 59% of the nests were built in spruce. The other nests were placed in oak (4), birch (4), lime (4), alder (3) and maple (1). The diameter at breast height of the nesting tree ( $n = 30$ ) was  $43.3 \pm 16.4$  cm, compared with  $24.6 \pm 8.5$  cm for randomly chosen trees at random sites (logistic regression,  $G = 142.7$ ,  $p < 0.001$ ). The height of nesting trees ( $n = 30$ ) was  $21.9 \pm 3.0$  m, which was significantly more than for randomly chosen trees at random sites ( $16.8 \pm 4.4$  m; logistic regression,  $G = 24.6$ ,  $p < 0.001$ ).

In the analyses with multivariate factor tests (stepwise logistic regression-model), all collected parameters concerning landscape, forest (except volume pine) and ground condition were used. Volume pine was omitted since pine-forests were avoided by the Honey Buzzard and since we were aiming at obtaining a model describing the qualities at the nesting place that the Honey Buzzard preferred. The first variable that the model incorporated was number of tree species, the second variable was  $m^3$  spruce and the last variable that entered the model was  $m^3$  southern deciduous tree species (Table 3). Together, these three parameters explained 45.4 % of the differences between the forests at the nest sites and at the random sites. Both the number of tree species and  $m^3$  southern deciduous tree species were strongly correlated to site quality class in these areas (Spearman rank correlation,  $r_s = 0.64$ ,  $p < 0.001$  respectively  $r_s = 0.46$ ,  $p < 0.001$ ). The number of tree species and  $m^3$  southern deciduous tree species were also positively correlated to the age of the forest (Spearman rank correlation,  $r_s = 0.26$ ,  $p < 0.05$  respectively  $r_s = 0.39$ ,  $p < 0.01$ ). This indicates that



the Honey Buzzard prefers fertile forests of rather great age with elements of different deciduous tree species. The number of tree species and m<sup>3</sup> southern deciduous were negatively correlated to distance to water (Spearman rank correlation,  $r_s = -0.52$ ,  $p < 0.001$  respectively  $r_s = -0.56$ ,  $p < 0.001$ ) which shows that the preferred forests were often in close connection to shores. The volume of spruce was positively correlated to the total volume of forest (Spearman rank correlation,  $r_s = 0.54$ ,  $p < 0.001$ ), which was higher in forests with Honey Buzzard nests than in random sites (Table 3), as well as to the mean volume of all trees (Spearman rank correlation,  $r_s = 0.27$ ,  $p < 0.05$ ). Consequently, the Honey Buzzard seems to have some preference to build nests in forests with a comparatively large proportion of large-sized spruce.

### Discussion

The area of forest fragments is probably of subordinate importance for the Honey Buzzard's choice of nesting place, since nests were found also in very small forests.

The nests of Honey Buzzard were not randomly dispersed in the landscape, but more or less concentrated to lakes and other waters. This has also been reported from Denmark (Jørgensen 1989). The reason for this is probably that forests close to lakes often have a higher site quality class, with a higher proportion of deciduous trees.

The history of forests with Honey Buzzard nests shows that a large proportion of these forests have been influenced by previous wood-pasturage or they have been established on open areas with previous haymaking or grazing. Furthermore the silviculture was less intense at the nest sites than in the random sites. This implies that in general the forests with Honey Buzzard nests were more variable with more tree species and with greater variation in age, tree-height and dbh than the "normal forests" in the same area. Hence, forests with high site quality class close to water, forests established by overgrown meadows as well as extensive silviculture, seem to be factors important for the Honey Buzzard's choice of nesting place. Forests developed under these circumstances often have a great proportion of deciduous trees and usually have an ample supply of plants and animals compared with forests with intense silviculture (see Ehnström & Waldén 1986).

This study show that different types of forests could be used as breeding-place by the Honey Buzzard, but at the same time we could establish that

several parameters concerning forest type and soil conditions were strongly divergent from the "normal" forest type in the investigated area. An evaluation of the statistical analyses made, indicated that the Honey Buzzard generally preferred to nest in forests with high site quality class with high tree-species diversity and in general with a high proportion of deciduous trees of a rather high age.

One can divide the forest types occurring in the investigated area into four main groups based on volume (m<sup>3</sup>/ha) of tree-species, namely pine- ( $\geq 70\%$  pine), spruce- ( $\geq 70\%$  spruce), deciduous- ( $\geq 70\%$  deciduous trees) and mixed forest (no tree species dominating). It is then quite obvious that the Honey Buzzard preferably built the nests in deciduous forests in relation to the availability of different forest types in southwest Uppland (Fig. 2) – 30% of the nests were found in deciduous forest while this forest type only occurred on 9% of the random points in forest. Spruce-forest was used to a somewhat higher degree than the availability due to the result from the random sites (40% and 25%, respectively), while the use of mixed forest corresponded to the forests on offer (30% and 31%, respectively). None of the nests were placed in pine-forest, which shows that this forest-type is avoided by the Honey Buzzard. The results from northern Uppland showed the same tendency of choice of forest-type as in southwest Uppland.

Deciduous forests, which were preferred by the Honey Buzzard, mainly occur on the most fertile soils while pine-forests grow on poor soils. The nests placed in deciduous forests received the highest site quality class (class 7). The forest-types that the Honey Buzzard showed only small or no preference for – spruce- and mixed forest – had considerably lower site quality classes than deciduous forest (spruce 4.7 and mixed forest 5.4). For pine forest, we have no values for site quality class since no nests were found in pine-forest, but at the random sites, pine-forest received a mean value of 3.7. The Honey Buzzard also seems to prefer to nest on the most fertile soils *within* each forest-type, since the average value of the site quality class for each forest type (deciduous-, spruce- and mixed forest respectively) was about one class lower at the random sites than at the nest sites. A general conclusion is therefore that the Honey Buzzard prefers to nest on the most fertile soils (see also Nilsson 1981). In northern Sweden, where deciduous forests are rare compared with the situation in southern Sweden, a high proportion of the Honey Buzzards ought to breed in fertile spruce-forests.

Concerning choice of nesting-tree, a striking feature is that no nest was found in aspen or ash, two tree-species which are common in the investigation area. A probable explanation for this could be that these tree-species not have developed leaves at the time when the Honey Buzzards arrive in the second half of May. Since adult Honey Buzzards as well as their eggs and young are exposed to a rather extensive predation from Marten *Martes martes*, Goshawk *Accipiter gentilis* and probably also Raven *Corvus corax* (own observations), it is probably that the Honey Buzzards build their nests in trees with dense branches where it is hard for flying predators to detect the nest. In aspen and ash, the nests also will be exposed to rain and wind in the initiation stage of the breeding. Furthermore, it is conceivable that aspen and ash is avoided as nesting-tree since it probably is hard to place a nest in these trees because of the structure of the branches in combination with the smooth bark. With this background it is not surprising that a majority of the nests were found in spruce. In spruce it is easy for the buzzards to get a foundation for the nest, the nest receive good shelter from observation by predators and also good shelter from bad weather.

What factors determine the Honey Buzzard's choice of nesting place? Is it the structure of the forest with suitable nesting-trees, protection from predators etc., or is food supply the determining factor? Several years of studies of Honey Buzzards in Uppland (Tjernberg, own observations) have shown that; (1) the nest is a rather small construction and can be built in most tree-species, also in rather small trees. (2) During the period from the arrival of the

Buzzards in the mid-late May up to early July, when the eggs are hatched, the Honey Buzzards largely feed on pullus and juveniles of passerines and to a lesser extent of adult amphibians. During this period, the Honey Buzzard seems to be territorial. The reason for this is probably that the food supply during June is of significant importance for the breeding output. High-production forests are proportionately rare in the landscape and have in general rather small areas and are therefore possible to defend against other pairs of Honey Buzzard. (3) During July–August the food is dominated by larvae and pupae of seven species of social wasps (*Hymenoptera*), which have not been available earlier in the season (Tjernberg, own observations). The wasp colonies are dispersed over the whole landscape, but are considerably more frequent in biotopes with an ample supply of other insects and these areas are not necessarily close to the Honey Buzzard's nesting-places. During summer the Honey Buzzard pairs extend their hunting areas up to several 100 km<sup>2</sup> and territorial fights do not occur during this period. On the contrary, studies indicate that the different Honey Buzzard pairs take advantage of each other in their efforts to find places rich in wasp colonies.

Consequently, there is considerable support for the hypothesis that food supply during May–June is a most important factor determining where the Honey Buzzard will nest. Our investigation shows that the Honey Buzzard prefers to breed in fertile and diverse forests. These forests have considerably higher densities of breeding passerines than forests growing on poor soils (Palmgren 1930, Nilsson 1979a och b).