

# Rovbiller og løbebiller i de østdanske løvskove

## – effekt af skovdrift

Mathias Just Justesen<sup>1</sup>, Alexey Solodovnikov<sup>2</sup> og Aslak Kappel Hansen<sup>2</sup>

Artsdiversiteten hos mange organisme-grupper er høj i skov og især i skov uden intensiv tømmerproduktion. Dette tilskrives den naturlige skovdynamik, der gennem forstyrrelser som storme, brande, græsning, naturlig hydrologi, m.m. skaber en skov med stor habitat-heterogenitet i modsætning til den forstligt drevne produktionsskov med ensaldrende monokulturer. Denne habitat-heterogenitet kan medføre en mere divers sammensætning af træarter i forskellige aldre, naturlige lysninger, våde områder, stående døde træer samt liggende dødt ved i forskellige nedbrydningsstadier. Disse egenskaber resulterer i en mosaik af forskellige mikrohabitater, der over tid vil give de forskelligt tilpassede arter bedre konkurrencemuligheder og dermed skabe en højere diversitet (Lindenmayer et al. 2006).

Siden biodiversitetskonventionen i 1992 har der været øget fokus på biodiversitet. En stor del af den danske biodiversitet er knyttet til skov, og adskillige studier af skovdriftens effekt på diversiteten af mange

forskellige organismegrupper er gennemført i de senere år. Dette gælder også for løbebiller (Coleoptera: Carabidae) og rovbiller (Coleoptera: Staphylinidae), som er fokus for denne artikel (Figur 1). Størstedelen af undersøgelserne af de to billefamilier finder overraskende nok ikke et højere artsantal i de urørte skove (Niemelä, 1997; Lange et al. 2014). På linje med andre udenlandske undersøgelser fandt Jensen & Toft (2014) heller ikke nogen forskel på artsantallet af rov- og løbebiller i jyske urørte og forstligt drevne skove.

Rov- og løbebiller er begge artsrige billefamilier. I Danmark er størstedelen af de rov- og løbebillearter som optræder på skovbunden aktivt fouragerende rovdyr. De lever af andre jordbundsdyr som f.eks. springhaler og mider eller afhængig af bilens størrelse også snegle og orme. Selvom mange rov- og løbebiller lever som rovdyr, er en stor andel også omnivore, ådselædere og herbivore (Luff 2007). Rovbillerne er, i højere grad end løbebillerne, specialiserede rovdyr i specifikke mikrohabitater som

f.eks. musereder og svampe (Bohac 1999). Vi har undersøgt, hvorvidt diversiteten af rov- og løbebiller er forskellig i skove med henholdsvis plukhugst, urørt og forstlig drift. Ud fra habitatspecialiseringsgrad (HSG) har vi undersøgt forholdet mellem generalister og specialister i de tre forskellige driftstyper.

Skove	Installerede fælder	Aktive fælder
Bredvigmosse (U)	32	28
Bredvigmosse (P)	40	32
Farum Lillevang (U)	32	31
Farum Lillevang (F)	32	29
Jonstrupvang (U)	32	31
Jonstrupvang (F)	32	28
Suserup (U)	80	68
Næsbyholm (F)	80	62
Nørreskov (U)	40	38
Nørreskov (F)	40	22
Rådmandshave (U)	32	29
Rådmandshave (P)	32	22
Strødam (U)	40	39
Strøgårdsvang (F)	48	41
Total	592	500
Intensiv drift	232	182
Urørt	288	264
Plukhugst	72	54

Tabel 1.

Antallet af installerede og aktive faldfælder i hver af de 7 undersøgte skovlokaliteter. Hver lokalitet blev inddelt i en urørt behandling (U), der blev sammenlignet med en enten plukhugst (P) eller forstlig (F) behandling.

*The number of installed and active pitfall traps in each of the 7 forest localities. Each locality was divided into an unmanaged (U) treatment, which was compared to either a selective (P) or managed (F) treatment.*

### Summary

#### Rove Beetles and Bround Beetles in Managed and Unmanaged Forests

We investigated ground beetles and rove beetles (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) in seven forests in Zealand, Denmark. We studied three management regimes: Unmanaged, selectively managed, and production forests. Congruent with several other studies we found no difference in ground beetle diversity between management regimes. We found significantly more rove beetles in selectively managed forests compared to unmanaged forests, and attributed this to factors independent from management regime. We found no difference in the habitat specialization of rove and ground beetles across Denmark, when compared to a previous study from Jutland. We found a population of the relict species *Carabus glabratus* in one of the unmanaged forests and a single individual in one of the production forests. Based on literature and the population of the forest relict *Carabus glabratus*, we still recommend leaving areas unmanaged to maintain the unique and rare species associated with unmanaged forests..

**Keywords:** old growth forest, Staphylinidae, Carabidae, Denmark, pitfall traps

<sup>1</sup> Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Rolighedsvej 23, 1985 Fredriksberg C

<sup>2</sup> Statens Naturhistoriske Museum, Universitetsparken 15, 2100 København Ø



Figur 1. Typiske eksempler på danske rov- og løbebiller fanget i dette studie. Løbebillerne kan kendes på deres lange umodificerede løbeben og en indsnævring i forbenet som de bruger til at rense deres antenne med. Rovbillerne kan nemt genkendes på deres forkortede dækvinger. a) *Stenus clavicornis*, b) *Tachinus rufipes*, c) *Notiophilus rufipes*, d) *Leistus terminatus*, e) *Platynus livens*, f) *Carabus glabratus*, g) *Staphylinus erythropterus*, h) *Platydacus fulvipes*, i) *Lathrobium castaneipenne*, j) *Pterostichus melanarius*, k) *Badister laceratosus*, l) *Philonthus decorus*, m) *Anthobium atrocephalum*, n) *Trechus secalis*. Foto: Aslak Kappel Hansen

Typical examples of Danish rove- and ground beetles registered in this study. Ground beetles can be identified by the long un-modified legs and the depressing in the front legs, which they use to rinse the antennae. Rove beetles have short wing cover. Species names are listed above.

#### METODE

Vi undersøgte billefaunaen på 7 lokaliteter på Sjælland; for yderligere oplysninger om lokaliteterne se Møller (2017). Hver af de 7 lokaliteter havde enten et plukhugst eller et forstligt drevet skovparti, som blev sammenlignet med en prøveflade uden drift. I hvert skovparti oprettedes et 100 x

100 meter kvadratnet, hvor vi indsamlede biller 10 m ud fra kvadratnettets skæringspunkter (prøveflader). I hvert af de i alt 115 skæringspunkter installerede vi henholdsvis 2 eller 4 faldfælder afhængig af antallet af skæringspunkter i skoven (skovens størrelse). Vi brugte 10 cm diameter faldfælder til at indsamle billefaunaen. Hvide plastik

tallerkener blev hævet 4-6 cm over fælderne og fungerede som regndække. Fælderne blev fyldt  $\frac{1}{4}$  op med propylenglycol for at undgå råd. Vi installerede 296 faldfælder, som blev tømt 2 gange hhv i juli og august. Dog blev en del af faldfælderne oversvømmet, spist af dyr eller fjernet af mennesker mellem tømninger, og vi endte derfor med at analysere på fangster fra 500 aktive fælder. Af disse var 264 placeret i urørte skove, 182 i forstligt drevne skove og 54 i skove med plukhugst. Fordelingen skyldes designet med 7 urørte bevoksninger, 5 forstligt drevne og 2 med plukhugst. Udover Nørreskov med 38 fælder i den urørte del og kun 22 i den forstligt drevne del, er der stort set lige mange fælder i de 2 parrede bevoksninger ved hver lokalitet.

Til at bestemme løbebillerne brugte vi 'The Carabidae (ground beetles) of Britain and Ireland' (Luff 2007), men da alle danske biller ikke findes i denne nøgle, supplerede vi med Victor Hansens 'Biller, XI, Sandspringere og Løbebiller' (Hansen & Larsson 1941). Rovbillerne blev bestemt med 'Die Käfer Mitteleuropas' (Assing and Schülke 2012) og Victor Hansens bind om rovbiller (Hansen 1952). Korrekt artsidentifikation af underfamilien Aleocharinae kræver ofte dissektion af det hanlige kønsorgan, og pga. tidsnød blev dette undladt, hvorfor Aleocharinae ikke indgår i dette studie.

For at vurdere de enkelte billearters specialisering til bestemte habitater brugte vi den habitatspecialiseringsgrad (HSG) som Viggo Mahler † vurderede i artiklen om rov- og løbebiller i jyske naturskove (Jensen & Toft 2014). Vi observerede arter, der ikke blev fundet i det jyske studie. Deres HSG blev vurderet af Jan Pedersen og Palle Jørum, begge med mange års erfaring inden for de respektive billefamilier. Søren Tofts (Toft et al. 1993) HSG skala gik fra 1-5, hvor 1 = ekstrem generalist, 2 = generalist, 3 = intermediær, 4 = specialist, 5 = ekstrem specialist, og tager ikke højde for i hvilket habitat den enkelte art er specialiseret. Habitatspecialiseringsindeks for individer ( $HSI_{ind}$ ) blev beregnet ved formlen  $HSI_{ind} = S (HSV_i * ai) / A$  hvor  $HSV_i$  og  $ai$  er henholdsvis habitatspecialiseringsværdi og abundans af art  $i$ , og  $A$  er den samlede abundans af alle arter. Det beskriver derfor individernes gennemsnitlige habitatspecialisering i hver skov og driftsform. For nærmere beskrivelse se Jensen & Toft (2014).

HSI blev for hver bevoksning beregnet for hver artsgruppe (rov- og løbebiller), samt samlet. Der blev også beregnet værdier på tværs af bevoksning for hver driftstype (hhv. urørt, plukhugst og forstlig drevet).

Da vi ikke har samme antal prøver fra hvert område, har vi brugt pakkerne 'vegan' og 'iNEXT' i R-studio til at udregne rarefaction for hver prøveflade. Vi har brugt en linear mixed model (LMM) til

	Management	HSI <sub>ind</sub> Staphylinidae	HSI <sub>ind</sub> Carabidae	HSI <sub>ind</sub> Total
Bredvig Mose A	Urørt	2,88	2,39	2,52
Bredvig Mose B	Plukhugst	2,57	2,43	2,47
Farum Lillevang A	Urørt	2,69	2,33	2,49
Farum Lillevang B	Forstlig	2,75	2,22	2,40
Jonstrup Vang A	Urørt	2,70	2,51	2,58
Jonstrup Vang B	Forstlig	2,77	2,72	2,73
Næsbyholm	Forstlig	2,84	2,43	2,56
Suserup	Urørt	2,86	2,48	2,65
Nørreskov A	Urørt	2,94	2,55	2,60
Nørreskov B	Forstlig	2,89	2,71	2,76
Rådmandshave A	Urørt	2,71	2,80	2,75
Rådmandshave B	Urørt	2,56	2,70	2,63
Rådmandshave C	Plukhugst	2,58	2,70	2,65
Rådmandshave D	Plukhugst	2,69	2,78	2,73
Strødam 1	Urørt	2,82	2,58	2,62
Strøgårdsvang	Forstlig	2,93	3,17	3,07
Urørt Total	Urørt	2,78	2,48	2,59
Plukhugst Total	Plukhugst	2,60	2,51	2,54
Forstlig Total	Forstlig	2,82	2,48	2,59
Total		2,78	2,48	2,58

Tabel 2. Habitatspecialiseringsindeks (HSI) udregnet for individer for rovbiller (Staphylinidae), løbebiller (Carabidae) og total. Beregningen er udført som beskrevet i Jensen & Toft (2014).

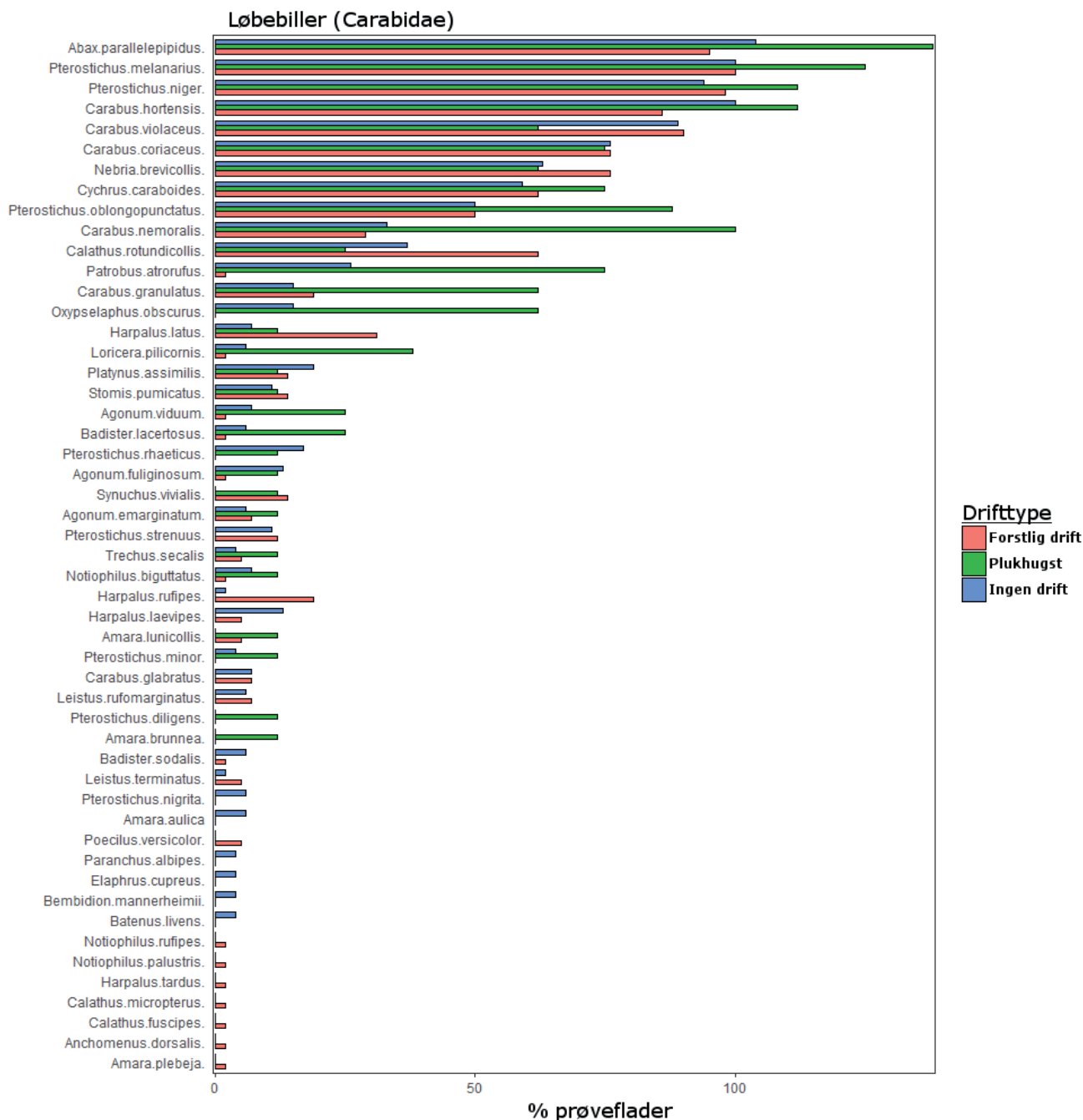
*Habitat specialization (HSI) calculated for individuals of rove beetles (Staphylinidae), and ground beetles (Carabidae) and total. Calculations follow Jensen and Toft (2014).*

at teste for forskelle mellem de forskellige driftstyper for både artsantal og Shannons diversitet index. Hvis vi fandt en signifikant forskel brugte vi Tukey-test til at bestemme hvilke driftstyper, der var signifikant forskellige.

## RESULTATER

I de 500 udvalgte fælder fandt vi 51 løbebillearter fordelt på 14401 individer og 55 rovbillearter fordelt på 7580 individer. Ni arter af løbebiller blev fundet i mere end 50 % af de 115 prøveflader, *Abax parallelepipedus* er fundet i 107 prøveflader, *Pterostichus melanarius* (106, fig. 1j), *Pterostichus niger* (101), *Carabus hortensis* (99), *Carabus violaceus* (91), *Carabus cori-*

*aceus* (79), *Nebria brevicollis* (71), *Cychrus caraboides* (64) og *Pterostichus oblongopunctatus* (55). De udgør tilsammen 93 % af de indsamlede løbebiller. Ni arter af løbebiller er kun fundet i én prøveflade. Tre af de 55 rovbillearter er fundet i over 50 % af undersøgelsens prøveflader. *Philonthus decorus* (fig. 1l) er fundet i 113 prøveflader, *Tasgius morsitans* er fundet i 107 og *Tachinus rufipes* (fig. 1b) i 64. De udgør tilsammen 87 % af de indsamlede rovbiller. Omvendt er 15 rovbillearter kun fundet i én prøveflade i hele studiet. Procentdelen af prøveflader i hver driftstype, hvor den enkelte art er indsamlet, fremgår af figur 2a (løbebiller) og 2b (rovbiller).

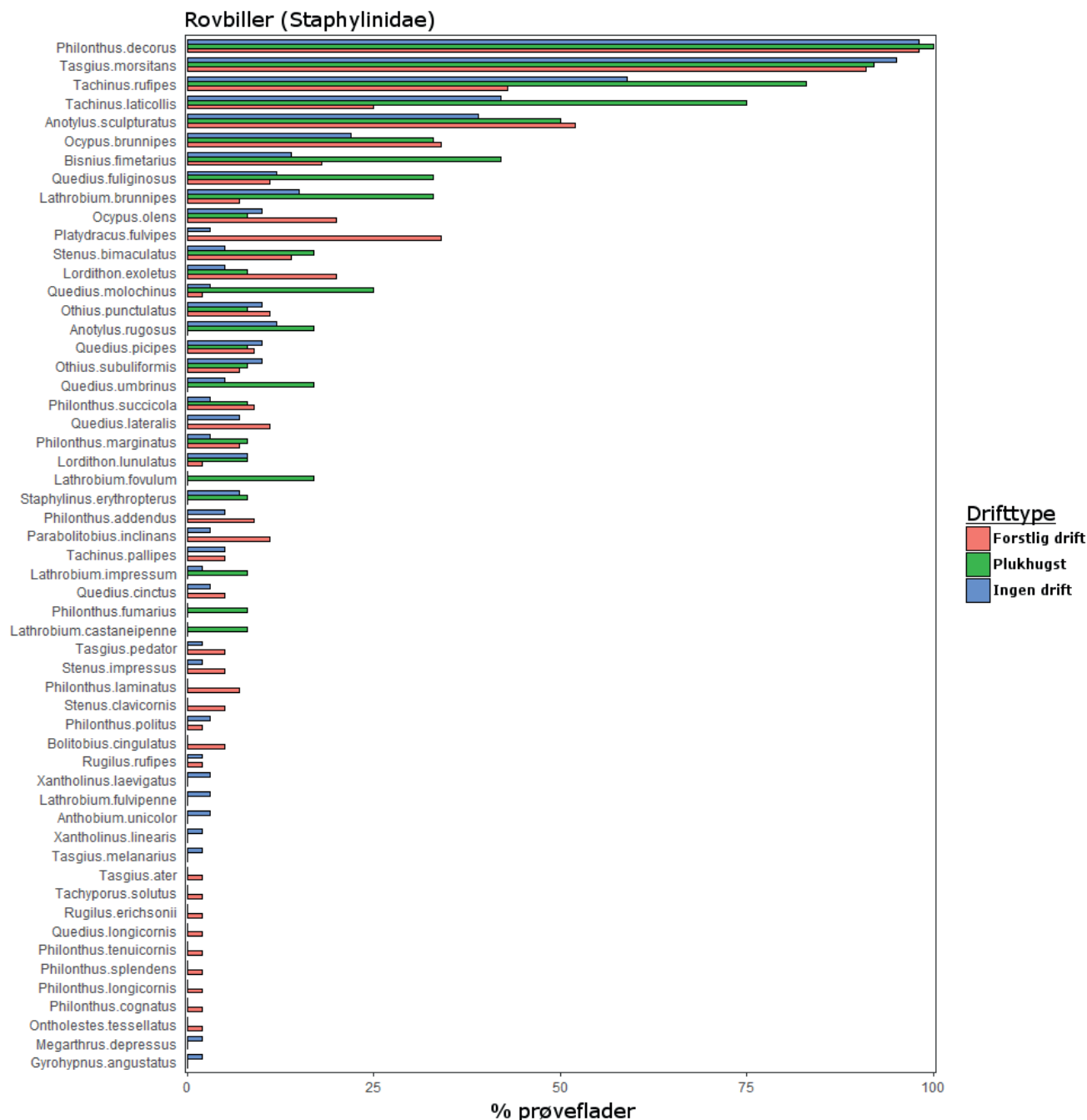


For løbebillerne viste vores test (LMM) ikke nogen signifikante forskelle i hverken artsantal (LMM  $F(2, 101.56) = 1.60, P = 0.21$ ) eller Shannons diversitet (LMM  $F(2, 109.09) = 1.14, P = 0.32$ ) mellem de 3 forskellige driftstyper. Artsantallet af rovbiller var signifikant forskelligt mellem driftstyperne (LMM  $F(2, 93.89) = 4.48, P = 0.014$ ) og det samme var tilfældet i Shannons diversitet (LMM  $F(2, 93.89) = 4.48, P = 0.014$ ). I begge tilfælde viste yderligere Tukey-tests, at forskellen lå mellem plukhugst og urørte skove, med højere diversitet i dem med plukhugst.

Vi fandt et samlet  $HSI_{ind}$  på 2.78 for rovbil-

ler og 2.48 for løbebiller, der var altså en lille forskel på  $HSI_{ind}$  mellem artsgrupperne. Mellem driftstyper var der kun lille forskel på  $HSI_{ind}$ , hvor især rovbillerne i plukhugst

skovene havde en smule lavere  $HSI_{ind}$  (plukhugst = 2.60; urørt = 2.78; forstlig = 2.82). Der var større forskel mellem skovene end mellem driftstyperne, dog så vi en-



kelte forskelle mellem parrede skove. F.eks. viste Strøgårdsvang højere  $HSI_{ind}$  (= 3.07) end Strødam (= 2.62) hovedsageligt drevet af forskelle i  $HSI_{ind}$  for løbebiller (hhv 3.17 og 2.58). Rådmandshave havde relativt høje  $HSI_{ind}$ -værdier i alle dele. Farum Lillevang havde derimod lave totale  $HSI_{ind}$  = værdier (2.49 og 2.40), hovedsageligt drevet af lave løbebille værdier (hhv. 2.33 og 2.22).

### DISKUSSION

Ud fra vores resultater (Figur 2 a og b) kan vi se, at få rov- og løbebillearter dominerer i de østdanske skove, mens mange arter kun er observeret i en enkelt prøveflade.

Fordelingen er dog forskellig, f.eks. udgjorde kun 3 arter af rovbiller 87 % af de indsamlede individer, mens 9 arter udgjorde 93 % af de indsamlede løbebiller. Jari Niemelä, en af de førende løbebille eksperter, har beskrevet, at løbebillerne i skoven har en helt unik og relativt flad dominansstruktur (Niemelä, 1993). Denne dominansstruktur er endnu ikke afklaret, men Niemelä mener, det kan skyldes, at skoven er et svært habitat at tilpasse sig for løbebiller, og derfor er der få veltilpassede løbebillearter i skoven. Dette har medført lav konkurrence for de få arter, som har tilpasset sig, og flere arter har derfor høj dominans. Rovbillerne har en mere velkendt

dominansstruktur med en lille håndfuld arter, der dominerer i de østdanske skove.

I forhold til vores resultater er det vigtigt at være opmærksom på, at forskellige substrater muligvis kan påvirke effektiviteten af faldfælden. Da det ikke er utænkeligt, at de forskellige driftformer kan have forskellig tykkelse af førnelag vil en yderligere undersøgelse, hvor man gennemgår førnelaget med en sifter (en form for sigte til insekter) kunne komplettere dette studie og få et mere præcist billede af rov- og løbebillerne diversitet i skoven. Taget i betragtning at størstedelen af rovbillerne ikke fouragerer direkte på skovoverfladen, men

derimod i det øvre førne lag, vil faldfælder derfor ikke i lige så høj grad fange denne del af rovbillefaunaen, men vil derimod hovedsagligt fange de få arter, der er aktive på overfladen.

Generelt er rovbillerne ikke lige så velstuderede som løbebillerne i forhold til drift, men både Jensen & Toft (2014) og Lange et al. (2014) har udover løbebiller også undersøgt rovbillefaunaen i forskellige driftstyper. Begge studier viste ligesom dette studie, at de urørte skove ikke havde flere arter end produktionsskove. I dette studie fandt vi flest rovbillearter i plukhugst, dernæst i den forstligt drevne skov og færrest i urørt skov. Der var flere rovbillearter i skove med plukhugst sammenlignet med de urørte skove. Det skal i den forbindelse dog nævnes, at det eksperimentelle design, grundet få skove med plukhugst på Sjælland, kun har inkluderet 2 skove med plukhugst: Bredvigmosen og Rådmandshave. Begge skove er meget våde, og resultaterne vil derfor være påvirket af de forskellige niches forbundet med meget våde skove, og det faktum at der er få prøveflader. Der blev fundet en hel del vådhabitatsarter i disse plukhugst skove, blandt andet: *Lathrobium castaneipenne* (Figur 1i), *Lathrobium fovulum*, *Staphylinus erythropterus* (Figur 1g) og *Stenus bimaculatus*. En egentlig vurdering af plukhugst vil kræve en grundigere indsamling, før man kan konkludere, at skove med plukhugst overordnet set har flere arter end urørte.

Vores HSI<sub>ind</sub>-værdier (2.48 for løbebiller og 2.78 for rovbiller) ligger tæt på hvad der blev fundet i Jensen & Toft (2014) (2.52 for løbebiller og 2.61 for rovbiller). Der ser altså ikke ud til at være stor forskel på habitatsspecialisering mellem øst- og vestdanske skove. Den største forskel fandtes mellem rovbillerne, hvilket kan skyldes, at Aleocharinerne ikke er inkluderet i dette studie. De høje værdier fundet for Strøgårdsvang (HSI<sub>ind</sub> = 3.07) skyldes hovedsageligt et stort antal *Abax parallelepipedus*, en almindelig skovspecialist. HSI<sub>ind</sub>

#### Faldfælder som fangstmetode

Faldfælder er på grund af den relativt lave håndteringstid pr. fælde og effektive fangst af de mest benyttede insektfælder til diverse habitatsammenligninger, miljøgrader, jordbundsforhold, indikatorartsanalyser, og meget andet (Rainio & Niemelä, 2003). Den dag i dag publiceres der stadig adskillige studier, som anvender faldfælder som fangstmetode (Lange et al., 2014; Negro et al., 2014). En faldfælde er basalt set en beholder gravet ned så øverste kant af beholderen flugter horisontalt med substratet som fælden placeres i. Derfor er fælden selvfølgelig også stærkt korreleret med aktiviteten af de enkelte billearter i det undersøgte område. Altså vil mere aktive biller have højere forekomster i faldfælder end mindre aktive biller (Rainio & Niemelä, 2003). Det betyder også, at antallet af biller kan variere afhængigt af, hvor fremkommeligt substratet omkring fælden er (Greenslade, 1964; Mommertz et al., 1996). Der findes dog andre studier, som ikke finder at substratet omkring fælden har den store betydning (Baars, 1979). Undersøgelser har desuden vist, at diameteren og materialet af faldfælden kan påvirke, hvilke arter som fanges. Mindre fælder har en tendens til at fange mindre arter og omvendt (Lange et al., 2011; Work et al., 2002). I samme stil er det vist at glas kontra plastkfælder kan øge diversiteten i fælden (Luff, 1975). Et studie har også undersøgt afstanden som faldfælder skal placeres fra hinanden, for at undgå interkorrelation mellem fælderne. Her fandt de, at fælderne helst skulle stå med en afstand på 20 meter for at undgå, at fælderne indbyrdes påvirker hinandens fangst (Digweed, 1995).

Suppleringer med andre fangstmetoder (hvis der er tid og penge) vil være det mest ideelle for at dække større dele af diversiteten. I Jensen og Tofts artikel fra 2014, illustreres det tydeligt, at faldfælder kun fanger et udsnit af diversiteten. En grundigere undersøgelse i samme område foretaget af Palle Jorum med flere forskellige fangstmetoder og over flere år viser, at Jensen og Toft (2014) kun dækker 23% af løbebille- og 14% af rovbille-arterne.

Det store viden grundlag om biller baseret på faldfældefangster og deres generelt lave håndteringstid og selvfølgelig mangel på bedre alternativer, må betyde at faldfælder som fangstmetode fortsat vil blive brugt, trods de påviste begrænsninger.

bliver dog ikke specielt påvirket af sjældenheder, som ofte er fåtallige i prøvefladerne. Den bør derfor suppleres af en vurdering af tilstedeværelsen af bevaringsværdige sjældenheder.

At vi finder en tendens til flere arter i de forstligt drevne skove stemmer overens med tidligere studier (Niemelä, 1997; Lange et al. 2014). Lange et al. (2014) fandt, at både rov- og løbebiller havde den højeste diversitet i de forstligt drevne skove sammenlignet med urørte. Samme forhold har Niemelä (1997) påvist for løbebiller i boreale skove. Denne reaktion på drift er

efterhånden en ret velundersøgt realitet for løbe- og rovbiller, men præcis hvorfor dette er tilfældet diskuteres stadig. Den mest gængse opfattelse er, at skoven er så fragmenteret og udnyttet, at kun generalisterne med en bred nichepræference er tilbage. Lange et al. (2014) fandt flere skovarter sammenlignet med åbenlandsarter i de urørte skove, derimod får den forstligt drevne skov besøg af deciderede åbenlandsarter, som f.eks. *Anchomenus dorsalis* eller *Amara lunicollis*. Generalisterne har bedre forhold i de dynamikker, der er typiske i de forstligt drevne skove med renafdrift. Derimod menes det, at

<b>Staphylinidae</b>	<b>4021   632   2927</b>	<i>Stenus bimaculatus</i>	14   3   12	<i>Leistus terminatus</i>	1   0   2
<i>Anotylus rugosus</i>	20   2   0	<i>Stenus clavicornis</i>	0   0   2	<i>Loricera pilicornis</i>	5   6   1
<i>Anotylus sculpturatus</i>	109   37   0	<i>Stenus impressus</i>	1   0   2	<i>Nebria brevicollis</i>	395   15   263
<i>Anthobium unicolor</i>	2   0   0	<i>Tachinus laticollis</i>	128   47   96	<i>Notiophilus biguttatus</i>	5   1   1
<i>Bisnius fimetarius</i>	16   16   9	<i>Tachinus pallipes</i>	5   0   2	<i>Notiophilus palustris</i>	0   0   1
<i>Bolitobius cingulatus</i>	0   0   2	<i>Tachinus rufipes</i>	501   121   270	<i>Notiophilus rufipes</i>	0   0   1
<i>Gyrophypnus angustatus</i>	1   0   0	<i>Tachyporus solutus</i>	0   0   1	<i>Oxypselaphus obscurus</i>	48   27   0
<i>Lathrobium brunnipes</i>	13   5   3	<i>Tasgius ater</i>	0   0   1	<i>Paranchus albipes</i>	3   0   0
<i>Lathrobium castaneipenne</i>	0   2   0	<i>Tasgius melanarius</i>	1   0   0	<i>Patrobus atrorufus</i>	60   27   1
<i>Lathrobium fovulum</i>	0   3   0	<i>Tasgius morsitans</i>	365   108   274	<i>Platynus assimilis</i>	12   1   8
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	2   0   0	<i>Tasgius pedator</i>	1   0   3	<i>Poecilus versicolor</i>	0   0   3
<i>Lathrobium impressum</i>	1   1   0	<i>Xantholinus laevigatus</i>	7   0   0	<i>Pterostichus diligens</i>	0   1   0
<i>Lordithon exoletus</i>	3   1   21	<i>Xantholinus linearis</i>	1   0   0	<i>Pterostichus melanarius</i>	2515   220   2531
<i>Lordithon lunulatus</i>	5   1   1	<b>Ground beetles</b>	<b>7333 1196 5872</b>	<i>Pterostichus minor</i>	3   1   0
<i>Megarthus depressus</i>	3   0   0	<i>Abax parallelepipedus</i>	1110   189   811	<i>Pterostichus niger</i>	755   294   555
<i>Ocypus brunnipes</i>	17   5   27	<i>Agonum emarginatum</i>	13   1   8	<i>Pterostichus nigrita</i>	4   0   0
<i>Ocypus olens</i>	12   1   13	<i>Agonum fuliginosum</i>	33   3   6	<i>P. oblongopunctatus</i>	138   10   166
<i>Ontholestes tessellatus</i>	0   0   1	<i>Agonum viduum</i>	7   4   1	<i>Pterostichus rhaeticus</i>	39   1   0
<i>Othius punctulatus</i>	6   1   5	<i>Amara aulica</i>	3   0   0	<i>Pterostichus strenuus</i>	12   0   9
<i>Othius subuliformis</i>	7   1   3	<i>Amara brunnea</i>	0   1   0	<i>Stomis pumicatus</i>	6   1   7
<i>Parabolitobius inclinans</i>	2   0   7	<i>Amara lunicollis</i>	0   1   18	<i>Synuchus vivialis</i>	0   1   9
<i>Philonthus addendus</i>	3   0   14	<i>Amara plebeja</i>	0   0   1	<i>Trechus secalis</i>	3   8   2
<i>Philonthus cognatus</i>	0   0   1	<i>Anchomenus dorsalis</i>	0   0   1		
<i>Philonthus decorus</i>	2730   260   1976	<i>Badister lacertosus</i>	3   3   2		
<i>Philonthus fumarius</i>	0   1   0	<i>Badister sodalis</i>	3   0   1		
<i>Philonthus laminatus</i>	0   0   5	<i>Batenus livens</i>	3   0   0		
<i>Philonthus longicornis</i>	0   0   1	<i>Bembidion mannerheimii</i>	2   0   0		
<i>Philonthus marginatus</i>	0   1   3	<i>Calathus fuscipes</i>	0   0   14		
<i>Philonthus politus</i>	0   0   1	<i>Calathus micropterus</i>	0   0   1		
<i>Philonthus splendens</i>	0   0   1	<i>Calathus rotundicollis</i>	67   21   228		
<i>Philonthus succicola</i>	0   1   4	<i>Carabus coriaceus</i>	306   38   196		
<i>Philonthus tenuicornis</i>	0   0   1	<i>Carabus glabratus</i>	15   0   3		
<i>Platydracus fulvipes</i>	2   0   21	<i>Carabus granulatus</i>	21   9   15		
<i>Quedius cinctus</i>	2   0   2	<i>Carabus hortensis</i>	303   73   261		
<i>Quedius fuliginosus</i>	8   5   9	<i>Carabus nemoralis</i>	39   42   41		
<i>Quedius lateralis</i>	4   0   5	<i>Carabus violaceus</i>	1211   160   558		
<i>Quedius longicornis</i>	0   0   1	<i>Cychrus caraboides</i>	172   32   91		
<i>Quedius molochinus</i>	2   3   1	<i>Elaphrus cupreus</i>	2   0   0		
<i>Quedius picipes</i>	7   2   13	<i>Harpalus laevipes</i>	8   0   3		
<i>Quedius umbrinus</i>	5   3   0	<i>Harpalus latus</i>	4   0   27		
<i>Rugilus erichsonii</i>	0   0   1	<i>Harpalus rufipes</i>	1 0 21		
<i>Rugilus rufipes</i>	1   0   1	<i>Harpalus tardus</i>	0 0 1		
<i>Staphylinus erythropterus</i>	5   1   0	<i>Leistus rufomarginatus</i>	3 0 3		

Tabel 3. Artsliste for løbe- og rovbiller indsamlet i 2015 i sjællandske skove. Antal individer i urørt skov (venstre) | Antal individer i skove med plukhugst (center) | Antal individer i skove med intensiv drift (højre).

Species list for ground- and rove beetle species collected in 2015 in forests in Zealand, Denmark.  
No. of individuals in unmanaged forest (left) | No. of individuals in selective forest (center) | No. of individuals in managed forest (right).

størstedelen af de meget specialiserede skovarter er forsvundet grundet de få skove med naturlige dynamikker, og det er derfor svært at finde forskelle mellem drift, selv på specialisterne (Niemelä, 1997; Jensen & Toft, 2014; Lange et al. 2014).

Vi fandt 2 rødlistede løbebillearter (*Carabus glabratus* og *Platynus livens*), samt 3 rovbillearter (*Lathrobium fovulum*, *Quedius longicornis* og *Xantholinus laevigatus*), der er vurderet sjældne (Hansen 1952), samt nogle nyindvandrede arter (*Lathrobium castaneipenne* og *Tasgius pe-dator*). De fleste af disse blev fundet enten i urørte skove eller skove med plukhugst. En løbebilleart, der stiller høje krav til skovens oprindelighed, er Glat løber (*Carabus glabratus*; Figur 1f), en i Europa anerkendt relikart, der er tilknyttet gammel urørt skov (Sroka & Finch 2006; Jensen & Toft 2014). Vi kunne konstatere en population i den urørte del af Nørreskov, hvor vi fangede 15 individer. Desuden fandt vi 2 individer i den forstligt drevne del af Nørreskov i en fælde 15m fra grænsen til den urørte del af skoven. Yderligere fangede vi et enkelt individ i Strøgårdsvang, der er en del af et stort skovkompleks med mulige habitater for Glat løber. Det er usandsynligt, at en sådan art kan danne levedygtige populationer i langt størstedelen af Danmarks produktions-skove, og det er lige netop arter som denne, der er grunden til, at det er vigtigt at bevare de urørte skove.

Overraskende nok fandt vi mange *Platydacus fulvipes* (Figur 1h), der anses som relativt sjælden i Danmark, indsamlet i den forstligt drevne skov (hovedsagligt fra Næsbyholm, men også fundet i Strøgårdsvang). I Danmark forekommer *P. fulvipes* både på åben bund og i skov. I det åbne land er den fortrinnsvis fundet på næringsfattig mosebund, særligt i højmoser (korrespondance med Palle Jørum), mens den i skov tilsyneladende er på morbund fremfor muldbund (Irmeler & Gürlich 2007). Dens tilstedeværelse er altså ikke betinget af en bestemt driftsform men derimod af edafiske vilkår. Samme forklaring kan som

udgangspunkt forklare de restende rovbillespecialisters øgede tilstedeværelse i produktions-skoven. Til gengæld mangler flere vådhabitatspecialister fra produktions-skoven, og det vil derfor være interessant at lave en mere målrettet indsamling af disse i forskellige skovmiljøer.

Lignende studier (Jensen and Toft 2014; Lange et al. 2014) har opnået samme resultater som denne undersøgelse, der viser en enten lavere diversitet i de urørte skove eller ingen forskel. Dette forklares med en generelt dårlig tilstand i skovene. De påviser, at den højere diversitet i de homogeniserede forstligt drevne skove skyldes generalister uden nogen særlig bevaringsværdi, mens specialiserede skovarter som *Carabus glabratus* med høje habitatskrav findes i de urørte skove (Jensen & Toft, 2014; Lange et al. 2014). Det anbefales derfor stadig, at man bevarer de urørte skove for at beskytte de arter, som er afhængige af gamle urørte skove, og for på en større skala at bevare og give plads til en højere løbe- og rovbillediversitet i Danmark.

#### CITERET LITTERATUR

- Assing V, Schülke M (2012) Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 4: Staphylinidae (eksklusive Aleocharinae, Pselaphinae und Scydmaeninae). Spektrum
- Bohac J (1999) Staphylinid beetles as bioindicators. *Agric Ecosyst Environ* 74:357–372.
- Hansen V (1952) Danmarks fauna 58, Biller XVI, Rovbiller 2.del. G.E.C. Gad, København,
- Hansen V, Larsson S (1941) Biller, XI, Sandspringere og Løbebiller. G.E.C. Gad, København,
- Irmeler U, Gürlich S (2007) What do rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) indicate for site conditions?
- Jensen KW, Toft S (2014) Mønstre i løbebille- og rovbille- faunaen i jyske natur-skove. *Flora og fauna* 119:77–96.
- Lange M, Türke M, Pašalić E, et al (2014) Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera;

Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure. *For Ecol Manage* 329:166–176.

- Lindenmayer DB, Franklin JF, Fischer J (2006) General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biol Conserv* 131:433–445.
- Luff ML (2007) The Carabidae (ground beetles) of Britain and Ireland. RES handbooks for the identification of British Insects Vol 4 Part 2.
- Niemelä J (1997) Invertebrates and boreal forest management. *Conserv Biol* 11:601–610.
- Sroka K, Finch O-D (2006) Ground beetle diversity in ancient woodland remnants in north-western Germany (Coleoptera, Carabidae). *J Insect Conserv* 10:335–350.
- Toft S, Nielsen BO, Nielsen LB (1993) Den terrestriske leddyfauna i Gammel Fredrikskog, Tøndermarsken.