



skog+  
landskap

Forskning fra Skog og landskap 4/09

---

**BRUK AV DIGITALE FLYBILDER  
TIL TOLKING AV EGNETHET FOR  
SELEKTIVE HOGSTER**

---

Marius Hauglin, Nils Lexerød og Tron Eid

# Forskning fra Skog og landskap

«Forskning fra Skog og landskap» er en serie for publisering av originale vitenskapelige resultater innenfor Skog og landskaps faglige områder. Serien er åpen for relevante manuskripter, også fra forfattere som ikke er ansatt ved Norsk institutt for skog og landskap

**Utgiver:**

Norsk institutt for skog og landskap

**Redaktør:**

Bjørn Langerud

**Dato:**

Juni 2009

**Trykk:**

07 Gruppen AS

**Opplag:**

1000

**Bestilling:**

Norsk institutt for skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås

Telefon: 64 94 80 00

Telefaks: 64 94 80 01

[www.skogoglandskap.no](http://www.skogoglandskap.no)

ISBN 978-82-311-0091-1

ISSN 1890-1662

**Omslagsbilde:**

Flyfoto fra Eidskog

Foto: Terratec

Kilde: Geovekst

Forskning fra Skog og landskap - 4/09

---

**BRUK AV DIGITALE FLYBILDER TIL TOLKING  
AV EGNETHET FOR SELEKTIVE HOGSTER**

---

Marius Hauglin, Nils Lexerød og Tron Eid

## FORORD

Denne rapporten er et resultat av prosjektet «Tolking av egnethet for selektive hogster i digitale flybilder» finansiert av Utviklingsfondet for Skogbruket. Prosjektet er gjennomført som et samarbeid mellom FORAN Norge A.S. og Institutt for Naturforvaltning (INA), Universitetet for miljø- og biovitenskap. FORAN har gjennom egeninnsats gjort mye av feltarbeidet, vært med på utviklingen av malene og gjennomført tolkingsforsøket. INA har hatt ansvaret for planleggingen, forsøksopplegget og skrevet rapporten. Feltarbeidet ble utført av Thomas Børke og Tore Brennodden (begge fra FORAN), Per Dahl og Kåre Holtmoen (begge fra FORAN) bisto i utviklingen av malene, mens Sæming Hagen har vært FORANs kontaktperson for prosjektet. Vi takker alle for godt samarbeid!

Ås, juli 2009

Marius Hauglin, Nils Lexerød & Tron Eid

# INNHOOLD

<b>SAMMENDRAG</b> .....	4
<b>SUMMARY</b> .....	5
<b>1. INNLEDNING</b> .....	7
<b>2. MATERIALE OG METODE</b> .....	7
2.1 Utvikling av maler .....	7
2.2 Tolgingsforsøk .....	8
<b>3. RESULTATER</b> .....	9
<b>4. DISKUSJON OG KONKLUSJON</b> .....	11
<b>LITTERATUR</b> .....	12

## SAMMENDRAG

Hauglin, M., Lexerød, N. & Eid, T. 2009. Bruk av digitale flybilder til tolking av egnethet for selektive hogster. Applying digital aerial photographs for interpretation of suitability for selective cutting. *Forskning fra Skog og Landskap* 4/09: 1-12.

Vi har utviklet og testet en metodikk for direkte tolking av egnethet for selektive hogster i digitale flybilder. Resultatet fra et tolkingsforsøk med seks personer i 37 testbestand ble sammenlignet med indeksverdier beregnet på bakgrunn av intensive prøveflatetakster. Totalt ble 65 % av testbestandene tolket riktig. Andelen riktige klassifiserte bestand varierte fra 39 % til 79 % for de seks tolkerne. Det ble i deler av forsøket brukt maler i form av digitale stereobilder som støtte under tolkingen. Malene viser eksempler på bestand med ulik grad av egnethet for selektiv hogst. Med bruk av disse malene ble 58 % av testbestandene klassifisert riktig, altså en lavere andel riktig klassifisert enn uten bruk av malene.

Forsøket viste videre at fototolkerne hadde lavest andel riktig klassifisert i bestand som var vel egnet for selektive hogster. Nøyaktigheten i tolkningene var også marginalt dårligere i tette bestand sammenlignet med mindre tette. Sammenlignet med klassifisering basert på feltregistreringer gav fototolking noe lavere andel riktig klassifiserte bestand. Det er store individuelle forskjeller mellom tolkerne, og faren for systematiske feil er større ved fototolking enn ved metoder basert på feltregistreringer.

**Nøkkelord:** selektive hogster, fototolking, digitale flybilder, nøyaktighet

## SUMMARY

Hauglin, M., Lexerød, N. & Eid, T. 2009. Bruk av digitale flybilder til tolking av egnethet for selektive hogster. Applying digital aerial photographs for interpretation of suitability for selective cutting. *Forskning fra Skog og Landskap* 4/09: 1-12.

Methods for photo interpretation of suitability for selective cutting in forest stands by means of digital aerial photographs have been developed and evaluated. The results of an interpretation test comprising six persons were compared with reference index values based on intensive systematic sample plots within 37 test stands. Overall the proportion of correctly classified stands was 65 %. The proportion of correctly classified stands varied from 39 % to 79 % among individual interpreters. Parts of the test were carried out by means of templates in the form of digital stereoscopic aerial photographs describing different forest stands with varying suitability for selective cutting. When the templates were applied the overall proportion of correctly classified stands was 58 %, i.e. a lower proportion correctly classified compared to if the templates were not applied.

The test also showed that the probability of a correct classification decreased if the level of suitability for selective cutting increased. The accuracy of the classification was marginally lower in dense stands compared to less dense stands. Compared to methods based on field registrations photo interpretation yields a slightly lower proportion of correctly classified stands. Due to the large differences between individual interpreters there is a risk for systematic errors.

**Key words:** selective cutting, photo interpretation, digital aerial photographs, accuracy





# 1. INNLEDNING

Selektive foryngelseshogster kan under gitte forutsetninger gi økt lønnsomhet av virkeproduksjonen sammenlignet med snauhogster (Lexerød et al. 2009). I tillegg vil slike hogster kunne gi økt opplevelseskvalitet i skogområder brukt til rekreasjon og ha positive effekter på biologisk mangfold (se f.eks. Rydberg & Falck (2000). Rolstad et al. (2001) og Kvasnes & Storaas (2007)). Selektive hogster defineres som *hogster basert på definerte kriterier for trevalg som utvikler eller bevarer en sjiktet skogstruktur*, og kjennetegnes ved at bare deler av trekapitalen realiseres ved hvert hogstingrep samtidig som framtidsstammer fristilles og det legges til rette for naturlig foryngelse (Lexerød & Eid 2004a).

Det er mange faktorer (f. eks. skogstruktur, foryngelsesforhold) som påvirker hvor godt et område egner seg for selektive hogster. For å kunne identifisere og rangere områder med ulik egnethet for selektiv hogst, utviklet Lexerød & Eid (2004ab, 2006ab) en Selektiv Hogst Indeks (SHI) basert på objektive målbare størrelser. Skogens diameterfordeling, tilvekstpotensial, stabilitet og foryngelsesforhold er faktorene som inngår i beregningen av indeksen. I en undersøkelse av hvor store arealer som egner seg for selektiv hogst, ble indeksverdier beregnet for Landsskogstakseringens prøveflater (Lexerød & Eid 2004a). Resultatene viste at en relativt liten andel av det produktive skogarealet i hogstklasse III-V i Norge egnet seg for selektive hogster. Det er derfor viktig å identifisere de områdene der de biologiske forutsetningene for slik hogst faktisk er gode. En klassifisering basert på SHI vil i så måte være et godt hjelpemiddel.

Flere av de skoglige variablene som inngår i beregningene av SHI er kostbare å registrere, og blir ikke registrert i en ordinær skogbruksplantakst. Vi ønsket derfor å finne praktiske metoder for å anslå et områdes egnethet for selektiv hogst. Lexerød og Eid (2005) sammenlignet flere mulige metoder der de ved kombinasjoner av fototolkning og prøveflater beregnet SHI. Det ble også gjennomført et pilotforsøk der en fototolker klassifiserte egnetheten direkte i flybilder. Resultatene for denne tolkeren var gode, men det er selvsagt nødvendig med et større forsøk for å kunne trekke mer generelle konklusjoner. Dette er utgangspunktet for den foreliggende undersøkelsen. Som støtte under tolkingen av egnethet for selektive hogster har vi i tillegg i den foreliggende undersøkelsen utviklet maler i form av digitale stereobilder. Malene viser eksempler på

graden av egnethet for selektive hogster ved ulike skogstrukturer.

Hovedmålet ved prosjektet har vært å *utvikle og evaluere nye metoder for tolking av egnethet for selektive hogster i digitale flybilder*. Videre hadde vi følgende tre delmål:

- Undersøke andel riktig klassifiserte bestand uten bruk av maler (jfr. pilotstudien i 2005) for flere fototolkere. Herunder undersøke effekten av fototolkerens skjønnsmessige vurderinger.
- Undersøke effekten på tolkingen av ulike skoglige variabler (bonitet, tetthet, treslag, SHI).
- Utvikle og undersøke effekten av digitale maler for bestemmelse av bestands egnethet for selektive hogster.

## 2. MATERIALE OG METODE

### 2.1 Utvikling av maler

Som grunnlag for utviklingen av malene valgte vi først ut 23 bestand fra hogstklasse IV og V i kommunene Eidskog (16), Trysil (4), Lier (2) og Elverum (1). Bestandene ble valgt ut på flyfoto etterfulgt av befaringsfelt. Vi forsøkte å få en spredning i bonitet og skogstruktur, samt en lik fordeling mellom gran og furubestand. Bestand med anslått lauvtreandel på mer enn 15 % og bestand med barblending der det anslåtte volumet av sekundærtreslaget utgjorde mer enn 10 % ble forsøkt unngått. Noen av de utvalgte bestandene havnet imidlertid ikke i forventet kategori etter prøveflatetaksten (se under), og ble derfor utelatt som endelig grunnlag for utvikling av malene.

I de 23 utvalgte bestandene gjennomførte vi intensive systematiske prøveflatetakster med 200 m<sup>2</sup> sirkulære prøveflater i forband som varierte med bestandsareal. På hver flate ble diameter og treslag registrert for alle trær over 4 cm i diameter. Prøvetrær på flata ble valgt ut med relaskop. I gjennomsnitt la vi ut 14,8 prøveflater i hvert bestand, og valgte ut 2,2 prøvetrær for hver prøveflate. På prøvetrærne ble diameter, høyde og kronehøyde (avstand fra stubbeavskjær til nederste grønne gren i trekrona) registrert. Videre registrerte vi for hver flate overhøyde og vegetasjonstype. Dominerende vegetasjonstype på hver flate ble klassifisert i en av hovedtypene lavskog, blokkebærskog, bærlyngskog, blåbærskog, småbregneskog, storbregneskog, lågurtskog eller høgstaudegranskog (se for eksempel Larsson 2000). For hver tredje flate registrerte vi også bonitet og alder. Bonitering ble gjort

på det grøveste treet innenfor en sirkel på 100 m<sup>2</sup>. Vi valgte ut trær for aldersregistreringer som det første treet som gikk med i relaskopet.

Vi klassifiserte bestandenes egnethet for selektiv hogst ved hjelp av SHI på grunnlag av prøveflate-taksten i kategoriene *egnet*, *sannsynligvis egnet* og *ikke egnet*. Indeksverdiene for de tre kategoriene var <0,3, 0,3–0,6 og >0,6 for henholdsvis ikke egnet, sannsynligvis egnet og egnet. Bonitetsklassene ble definert slik at bestand med bonitet under H<sub>40</sub> = 9,5 m ble klassifisert som lav bonitet, bestand med bonitet mellom H<sub>40</sub> = 9,5 m og H<sub>40</sub> = 15,5 m middels bonitet, og bestand med bonitet høyere enn H<sub>40</sub> = 15,5 m kom i kategorien høy bonitet.

Vi ønsket i utgangspunktet å ha bestand fra flest mulige kombinasjoner av skogstruktur og bonitet. Noen bestand havnet imidlertid ikke i forventet kategori etter prøveflatetaksten. Det manglet derfor

bestand i noen kategorier det var ønsket maler for. Ved utvelgelse av bestand som skulle inngå i malene la vi også i tilfeller med flere aktuelle bestand vekt på å velge tydelige eksempler. Det vil si at vi unngikk bestand nær grensen mellom to bonitets- eller SHI-klasser og tok med de bestand som hadde best flyfototeknisk kvalitet.

For de syv granbestandene og de seks furubestandene som vi til slutt stod igjen med (Tabell 1) utviklet vi maler i form av digitale stereobilder der bestandsgrensen til det aktuelle bestandet var markert. For hvert bilde ble det i malen angitt indeksverdi, bonitet og treslag. Vi brukte samme angivelse av SHI og bonitet som beskrevet over (*egnet*, *sannsynligvis egnet* og *ikke egnet* for SHI, og *lav*, *middels* og *høy* for bonitet). Malene dekket kombinasjonene av bonitet og egnethet for selektiv hogst slik dette fremkommer i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over bestand som inngår i malene. Bonitet, alder, middelhøyde, treantall, grunnflate, volum, treslagsandeler og SHI beregnet ut fra prøveflatetaksten. Klassifisering av egnethet for selektiv hogst angitt med E (egnet), SE (sannsynligvis egnet) og IE (ikke egnet).

	Bonitet	Alder	Middel- høyde (m)	Treantall (pr ha)	Gr.flate (m <sup>2</sup> /ha)	Volum (m <sup>3</sup> /ha)	Treslagsandeler			SHI	Egnethet
							Gran (%)	Furu (%)	Lauv (%)		
Lav	G6	128	15,8	467	17,62	101,7	95	1	4	0,49	SE
	G7	76	13,5	724	18,75	93,8	93	1	7	0,87	E
	G10	68	14,1	796	21,28	118,8	96	0	3	0,61	E
Middels	G11	88	19,3	1532	30,20	208,0	84	5	11	0,51	SE
	G14	88	19,4	1513	32,36	244,0	61	31	8	0,15	IE
	G16	80	22,5	631	38,16	335,2	100	0	0	1,15	E
Høy	G19	61	24,4	519	33,00	354,7	100	0	0	0,13	IE
	F8	88	13,0	1012	19,98	110,4	9	77	14	0,58	SE
Lav	F9	158	13,3	709	14,69	84,3	9	81	10	0,03	IE
	F10	77	12,4	747	11,76	55,9	3	93	4	0,54	SE
Middels	F12	115	20,5	577	27,06	222,7	0	100	0	0,00	IE
	F12	84	16,6	734	19,94	144,6	3	96	1	0,92	E
Høy	F19	43	17,8	1019	28,36	212,8	11	85	5	0,02	IE

## 2.2 Tolkingsforsøk

Det ble gjennomført et forsøk med seks fototolkere. Vi gjennomførte forsøket på et testmateriale med 37 bestand i Rendalen (Tabell 2). I disse bestandene er det tidligere gjennomført en intensiv systematisk

prøveflatetakst, og videre beregning av SHI. «Fasiten» for testområdet er således kjent. For en mer inngående beskrivelse av testbestandene, se Lexe-rød & Eid (2005).

Tabell 2. Fordeling av de 37 testbestandene etter treslag, bonitet og egnethet for selektiv hogst.

	SHI	Lav bonitet	Middels bonitet	Høy bonitet
Gran	Egnet	-	-	1
	Sannsynligvis egnet	2	5	1
	Ikke egnet	2	5	3
Furu	Egnet	-	1	-
	Sannsynligvis egnet	3	2	-
	Ikke egnet	2	7	3

Hver fototolker arbeidet uavhengig og individuelt og klassifiserte bestandene i kategoriene *egnet*, *sannsynligvis egnet* eller *ikke egnet*. I forkant av forsøket ga vi fototolkerne en innføring i de skoglige variablene som inngår i SHI, med vekt på det som vil være identifiserbart i et flybilde. For hver enkelt fototolker ble forsøket gjennomført i to deler. I første del tolket de halvparten av testbestandene uten bruk av maler, mens de i andre del tolket den andre halvparten av testbestandene, denne gangen med bruk av malene som støtte i fototolkningen. Hver tolker klassifiserte således alle de 37 testbestandene, men bare halvparten av bestandene ved hjelp av de utviklede malene. Vi fordelte testbestandene på de to delene av forsøket slik at hvert bestand ble klassifisert av tre tolkere uten maler, og av de andre tre tolkerne med maler. Vi gjorde utvalget slik at ingen av tolkerne hadde like kombinasjoner av bestand i de to delene av forsøket.

### 2.3 Beregninger og statistiske analyser

Resultatene fra tolkingsforsøket ble undersøkt med en logistisk regresjonsmodell som vi brukte til å analysere mulige effekter av ulike variabler på tolkingen. Modellen kan beskrives med

$$\pi_i = \frac{e^{\alpha + \beta_1 Ma + \beta_i^T + \beta_2 SHI + \beta_3 Tr + \beta_4 H_{40} + \beta_5 N}}{1 + e^{\alpha + \beta_1 Ma + \beta_i^T + \beta_2 SHI + \beta_3 Tr + \beta_4 H_{40} + \beta_5 N}}$$

der  $\pi_i$  er sannsynligheten for at et bestand tolkes riktig av tolker  $i$ , gitt om tolkingen er gjort med eller uten maler ( $Ma$ ), og gitt bestandets egnethet for selektiv hogst ( $SHI$ ), hovedtreslag ( $Tr$ ), bonitet ( $H_{40}$ ) og treantall per ha ( $N$ ). De fire sistnevnte verdiene er beregnet på grunnlag av den intensive kontrolltaksten.  $\beta_1$ – $\beta_5$  og  $\beta_i^T$  er parametre i modellen. Modellen ble estimert ved hjelp av prosedyren PROC LOGISTIC i statistikkpakken SAS 9.2. For å estimere parameterverdiene brukte vi Fisher scoring algoritmen. Videre brukte vi en Hosmer-Leme-

show test for å sjekke hvor godt modellen beskriver dataene (Agresti 2007).

## 3. RESULTATER

Totalt klassifiserte tolkerne 65 % av bestandene riktig uten bruk av malene og 58 % riktig med bruk av malene (Tabell 3). Effekten av å bruke maler i tolking av egnethet for selektiv hogst er i dette forsøket ikke signifikant (Tabell 4).

Andelen riktige tolkede bestand varierte mellom de seks fototolkerne fra 39 % til 79 % for tolking uten maler og fra 47 % til 68 % for tolking med maler (Tabell 3). Med unntak av Tolker 3 er det imidlertid ikke signifikante forskjeller mellom de ulike tolkerne (Tabell 5). Tolker 3 har noe lavere andel riktige klassifiserte bestand sammenlignet med de andre tolkerne.

Av Tabell 3 ser vi videre at det er flest riktig klassifiserte bestand blant de som i kontrolltaksten er klassifisert som *ikke egnet* for selektiv hogst, og færrest riktig klassifiserte av de bestandene som i kontrolltaksten er klassifisert som *egnet* for selektiv hogst. Denne effekten av bestandets egnethet er signifikant på 1 %-nivå (Tabell 4). Eksempelvis vil dette bety at for et bestand med SHI på 0,37 vil sannsynligheten for at bestandet klassifiseres riktig være 26 prosentpoeng lavere enn for et bestand med en SHI på 0,08, gitt at andre forhold er like.

Det er ikke funnet signifikant forskjell mellom gran- og furubestand med hensyn til andel riktig klassifiserte bestand (Tabell 3 og Tabell 4). Fra Tabell 4 ser vi at sannsynligheten for at et bestand klassifiseres riktig øker noe når boniteten øker. Denne effekten er signifikant på 5 %-nivå. Videre viser Tabell 4 at sannsynligheten for at et bestand klassifiseres riktig synker noe når treantallet øker.

Tabell 3. Andel riktig tolkede bestand for de seks tolkerne som deltok i forsøket. Gjennomsnittlig andel riktig tolkede bestand i forhold til bestandets egnethet for selektiv hogst (fra kontrolltakst), treslag, bonitet og tetthet.

		Andel riktig tolkede bestand (%)		Antall bestand
		Uten maler	Med maler	
Tolker	1	67	47	37
	2	67	68	
	3	39	53	
	4	68	67	
	5	79	50	
	6	68	61	
Egnethet (SHI)	Egnet	33	33	2
	Sannsynligvis egnet	46	41	13
	Ikke egnet	79	70	22
Hovedtreslag	Gran	61	51	19
	Furu	69	65	18
Bonitet	Høy	81	57	8
	Middels	62	60	20
	Lav	44	56	9
Treantall	> 1450 trær/ha	83	44	6
	850–1450 trær/ha	58	56	19
	<850 trær/ha	67	67	12
Alle		65	58	37

Tabell 4. Effekter av endring av de respektive variablene i modellen. Tabellen viser predikert endring i sannsynlighet for at et bestand tolkes i riktig kategori ( $\pi$ ) når den aktuelle variabelen endres, mens de andre holdes konstante. De andre variablene i modellen er i hver beregning satt lik deres gjennomsnittsverdi (se tabell 3, Lexerød & Eid 2005). Eventuelle effekter av tolkerne er ikke tatt med.

	Parameter- estimat	Standard- avvik	p-verdi	Endring i $\pi$	Beskrivelse av endring
	$\hat{\alpha}$	1,2575	0,9797		
Uten/med maler (Ma)	$\hat{\beta}_1$	-0,3741	0,3112	0,23	-0,09 forskjell uten og med maler
Selektiv h. indeks (SHI)	$\hat{\beta}_2$	-4,0584	0,9008	<0,00**	-0,26 fra indeksverdi 0,08 til 0,37
Hovedtreslag (Tr)	$\hat{\beta}_3$	0,1557	0,3334	0,64	0,04 forskjell mellom gran og furu
Bonitet(H40)	$\hat{\beta}_4$	0,1009	0,0491	0,04*	0,14 fra bonitet 11 til 17
Treantall per ha (N)	$\hat{\beta}_5$	-0,00096	0,000474	0,04*	-0,11 fra 791 til 1276 trær/ha

\* signifikant på 5 %-nivå \*\* signifikant på 1 %-nivå

Tabell 5. Sammenligning av effekten av de ulike tolkerne i forsøket. Tolker 1 er satt som referanse, med parameterverdi 0. Verdiene i tabellen for tolkerne 2–6 viser således her en sammenligning med Tolker 1.

	Parameterestimat	Standardavvik	p-verdi
Tolker 1	$\hat{\beta}_1^T$	0	-
Tolker 2	$\hat{\beta}_2^T$	0,3438	0,3549
Tolker 3	$\hat{\beta}_3^T$	-0,7727	0,3398
Tolker 4	$\hat{\beta}_4^T$	0,3235	0,3529
Tolker 5	$\hat{\beta}_5^T$	0,1720	0,3490
Tolker 6	$\hat{\beta}_6^T$	0,1727	0,3498

\* signifikant på 5 %-nivå

## 4. DISKUSJON OG KONKLUSJON

Andelen riktig tolkede bestand i varierte fra 37 % til 79 % mellom tolkerne (Tabell 3). Dette viser at nøyaktigheten er personavhengig og at det er fare for at systematiske feil oppstår for enkelttolkere. Resultatene fra forsøket viser at én av de seks tolkerne skilte seg signifikant fra de andre i denne undersøkelsen (Tabell 5). I analysen av resultatene fra tolkingsforsøket er det ingen statistisk signifikant forskjell i nøyaktighet for bestand tolket med eller uten maler. Forskjellen mellom tolkerne, som indirekte beskriver den tilfeldige feilen ved metoden, ser heller ikke ut til å bli mindre ved bruk av malene (Tabell 3).

Fototolkerne treffer litt dårligst i tette bestand. Det kan skyldes at det er vanskeligere å se mindre og undertrykte trær, og dermed få et riktig bilde av dimensjons- og diameterfordeling i slike bestand. Det ser også ut til å være en sammenheng mellom bestandets egnethet for selektiv hogst, og i hvor stor grad tolkerne klarer å klassifisere bestanden riktig. Bestand med høyere indeksverdi har mindre sannsynlighet for å klassifiseres riktig i forhold til bestand med lavere indeksverdi (Tabell 4). Det er naturlig at bestand med lav indeksverdi er relativt enklere å klassifisere, fordi disse vil ha en mer homogen struktur. Resultatene kan tyde på at det er vanskelig å identifisere bestand med høy indeksverdi direkte i flybilder. Det var imidlertid for få bestand med høy indeksverdi som inngikk i forsøket til at vi kan fastslå dette med sikkerhet. Sannsynligheten for å klassifisere et bestand riktig øker på bedre boniteter. Det er ikke mulig å peke på en spesiell årsak til dette resultatet.

Lexerød & Eid (2005) sammenlignet ulike metoder for å registrere et bestands egnethet for selektive hogster. Blant metodene som de undersøkte inngikk en fototakst der de skoglige variablene som inngår i beregningen av SHI enten ble forsøkt tolket, eller beregnet ved hjelp av funksjoner. Videre sammenlignet de prøveflatetakster med varierende intensitet og en kombinasjon av fototolking og prøveflatetakst. I tillegg gjorde de et forsøk med direkte fototolking av egnetheten tilsvarende det som er gjort i den foreliggende undersøkelsen. Lexerød og Eid (2005) brukte de samme 37 testbestandene som i den foreliggende undersøkelsen og resultatene er dermed direkte sammenlignbare. I den tidligere undersøkelsen varierte andel riktig klassifiserte bestand fra rundt 75 % ved bruk av prøveflatetakst til rett under 60 % ved bruk av foto-

tolking med ekstra tolkninger (bestandets overhøyde og vegetasjonstype ble tolket i tillegg til de vanlige variablene som inngår i prosedyrene for praktisk skogbruksplanlegging). En sammenligning av de to undersøkelsene viser altså at feltmålinger og beregning av SHI på grunnlag av disse gir en bedre klassifisering enn direkte fototolking av egnethet. Den direkte tolkingen gjennomført i foreliggende undersøkelse ser videre ut til å gi et bedre resultat enn der SHI er beregnet på grunnlag av fototakster. Hvilken metode som skal brukes blir en avveining mellom kostnader knyttet til taksten (systematiske prøveflater med relativt høye kostnader og fototakst med relativt lave kostnader) og nøyaktighet. Sannsynligheten for systematiske feil vil imidlertid være mindre ved en prøveflatetakst.

I skogbruksplanlegging i dag blir flere variable bestemt gjennom fototolking, og en samtidig klassifisering av et bestands egnethet for selektiv hogst antar vi gir et helt marginalt ekstra tidsbruk i tolkingsarbeidet. Selv om feltregistreringer gir bedre nøyaktighet og mindre sjanse for systematiske feil, vil kostnadene ved slike registreringer gjøre at dette er et lite aktuelt alternativ i praksis. I den sammenheng vil metoden beskrevet i dette prosjektet være en kostnadseffektiv måte å kartlegge egnethet for selektiv hogst på. Ved anvendelse av metoden er det imidlertid viktig å være klar over at det kan være spesielt utfordrende å klassifisere rett for bestand som er egnet for selektiv hogst.

En stor andel av skogbrukstakstene i Norge i dag baserer seg på data samlet inn med flybåren laser-scanner. Et alternativ til fototolking av egnethet for selektiv hogst kan være å beregne SHI eller et annet tilsvarende mål for egnethet basert på skogstruktur, direkte fra tilgjengelig laserdata.

## LITTERATUR

- Agresti, A. 2007. An introduction to categorical data analysis – second edition. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey, USA. 372 s.
- Kvasnes, M.A. & Storaas, T. 2007. Effects of harvesting regime on food availability and cover from predators in capercaillie (*Tetrao urogallus*) brood habitats. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 241–247.
- Larsson, J. Y. 2000. «Veiledning i bestemmelse av vegetasjonstyper i skog.» NIJOS-Rapport (11): 1–29.
- Lexerød, N. & Eid, T. 2004a. «Potensielt areal for selektiv hogster i barskog – en kvantifisering basert på Landskogstakseringens prøveflater.» Rapport fra Skogforskningen (7): 1–36.
- Lexerød, N. & Eid, T. 2004b. Hvor store arealer kan behandles med selektive hogster? *Norsk Skogbruk* 10/04: 23–25.
- Lexerød, N. & Eid, T. 2005. Sammenligning av metoder for registrering av egnethet for selektiv hogster ved praktisk skogbruksplanlegging. Rapport fra Skogforskningen (5): 1–26.
- Lexerød, N. & Eid, T. 2006a. An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. *Forest Ecology and Management* 222: 17–28.
- Lexerød, N. & Eid, T. 2006b. Assessing suitability for selective cutting using a stand level index. *Forest Ecology and Management* 237: 503–512.
- Lexerød, N., Gobakken, T. & Eid, T. 2009. Economic efficiency of selective cutting under different timber price scenarios. Innsendt manuskript.
- Rolstad, J., Gjerde, I., Storaunet, K.O. & Rolstad, E. 2001. Epiphytic lichens in Norwegian coastal spruce forest: Historical logging and present forest structure. *Ecological Applications* 11: 421–436.
- Rydberg, D. & Falck, J. 2000. Urban forestry in Sweden from a silvicultural perspective: a review. *Landscape and Urban Planning* 47: 1–18.

## Forfatterinstruks for Forskning fra Skog og landskap

- Manus skrives i Word 12 punkt skrift med 1 ½ linjeavstand, ren tekst; uten bruk av stiltyper i word.
  - » Forord
  - » Sammendrag
  - » Innledning
  - » Materiale og metode
  - » Resultat
  - » Konklusjon/diskusjon
  - » Litteratur
- Titler skal identifiseres ved hjelp av nummerering; 1., 1.1., 1.2., 2., 2.1., osv.
- Avsnitt markeres med dobbel linjeavstand.
- Latinske navn skal skrives i kursiv.
- Som desimalskille i tall skal det brukes komma på norsk og punktum på engelsk.
- Alle tabeller og talloppsett som skrives i Word, skal være med tabellfunksjonen (ikke bruk tabulator), og plasseres i teksten der det skal stå.
- Alle tabeller, figurer og bilder som er laget i andre programmer enn Word, skal vedlegges i sitt originale filformat. Velg gode størrelser i fontene så figurene beholder sin lesbarhet når de skaleres/nedfotograferes.
- Merk i manuset hvor tabeller/bilder/figurer i annet format enn Word skal inn. Skriv også inn tabell/bilde/figuratekst her.
- Strektykkelsen i figurer og grafer må ikke være mindre enn 0,11 mm, det vil si  $\frac{3}{4}$  punkt.
- Tenk lesbarhet i grafer. Farger ser fint ut på skjermen, men er vanskelig lesbart i svart/hvit gjengivelse.
- Redaktøren tar standpunkt til om manuskriptet er kvalifisert for utgivelse i serien.

---

NORSK INSTITUTT FOR  
SKOG OG LANDSKAP

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---

tlf.: +47 64 94 80 00  
faks: +47 64 94 80 01

---

nett: [www.skogoglandskap.no](http://www.skogoglandskap.no)

---

---

REGIONKONTOR  
NORD-NORGE

---

adr.: Skogbrukets hus  
NO-9325 Bardufoss

---

---

REGIONKONTOR  
MIDT-NORGE

---

adr.: Statens hus  
NO-7734 Steinkjer

---

---

REGIONKONTOR  
VEST-NORGE

---

adr.: Fanaflaten 4  
NO-5244 Fana

---

---

NORSK  
GENRESSURSENTER

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---

