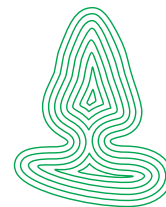


Oppdragsrapport  
fra Skog og landskap

01/2013



skog+  
landskap

NORSK INSTITUTT FOR  
SKOG OG LANDSKAP

---

## EFFEKTER AV HOGST PÅ HULDRESTRY (*USNEA LONGISSIMA*) I SAKSUMDALEN, LILLEHAMMER

---

Ken Olaf Storaunet, Jørund Rolstad og Erlend Rolstad








# Rapport til ekstern oppdragsgiver fra Skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås. Telefon 64 94 80 00

www.skogoglandskap.no

<b>Tittel:</b> Effekter av hogst på huldrestry ( <i>Usnea longissima</i> ) i Saksumdalen, Lillehammer	<b>Nr. i serien:</b> 01/13	<b>Dato godkjent av oppdragsgiver:</b> 5. feb. 2013
<b>Forfatter:</b> Ken Olaf Storaunet, Jørund Rolstad og Erlend Rolstad		<b>Antall sider:</b> 11
<b>Forfatterens kontaktinformasjon:</b> stk@skogoglandskap.no		
<b>Oppdragsgiver:</b> Mjøsen Skog SA <b>Andel privat finansiering:</b> 100%	<b>Prosjektnr. Skog og landskap / Kontraktsdato</b> 121020	<b>Tilgjengelig:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Lukket <input type="checkbox"/> Begrenset <input type="checkbox"/> Åpen
<b>Sammendrag:</b> <p>Huldrestry (<i>Usnea longissima</i>) er en epifyttisk hengelav kategorisert som sterkt truet på Rødlista fordi det de siste 10-årene er registrert en betydelig bestandsreduksjon. I 2005-2006 gjennomførte vi undersøkelser av skogstruktur og skoghistorie i 24 huldrestrylokaliteter, i produktive granskogbestand (<i>Picea abies</i>) med relativt høy kubikkmasse i Saksumdalen, Lillehammer. I sju delområder ble det i 2004-2007 gjennomført hogstforsøk i form av gjennomhogst, småflatehogst eller stripehogst, der kubikkmassen ble redusert med 30 – 50 %. Ti av områdene fra 2005/06 ble undersøkt igjen i 2012, hvorav tre ikke var påvirket av forsøkshogstene. Her ble antall tråder med huldrestry på til sammen 401 trær telt på nytt for å se hvordan laven hadde utviklet seg. Rundt huldrestrytrærne ble grunnflatesum (<math>m^2/ha</math>) målt med relaskop før og etter hogst, for å estimere tettheten av skogen og hogstuttaket.</p> <p>Totalt antall trær med huldrestry endret seg ikke vesentlig, mens totalt antall huldrestrytråder på trærne hadde økt med 34 % fra 2005/06 til 2012. Det var større økning i antall tråder med huldrestry på trærne som var påvirket av hogststingrepene (ca 50 % økning) sammenlignet med de trærne som ikke var påvirket av hogst (ca 10 % økning). Det var en markert økning i mengde huldrestry der skogen var glissen (lav grunnflatesum enten naturlig eller på grunn av hogststingrepene), mens det var uendret mengde eller litt mindre huldrestry der skogen var tett (høy grunnflatesum). Det var ikke størrelsen på hogststingrepene i seg selv som påvirket mengden huldrestry, men derimot hvordan skogen ble seende ut etter hogsten.</p> <p>Huldrestry vokser best i åpent habitat, forutsatt at mikroklimaet er fuktig nok. Men også tap på grunn av vind og sterkt lys synes å være større i lysåpne miljøer. Middels åpen skog, som både har tilstrekkelig gode lysforhold og som hindrer at trådene tørker eller skades av vind, er derfor trolig mest gunstig for huldrestry. De fire siste årene har vært fuktigere enn årene før dette, noe som kan ha vært en medvirkende årsak til den markante økningen i mengde huldrestry.</p> <p>Forsøkshogstene i de produktive skogbestandene i Saksumdalen har gitt positive effekter for huldrestry. Med grunnlag i tettheter rundt trærne med huldrestry antydte vi etter undersøkelsene i 2005/06 at slike bestand kan hogges ned til 10 – 15 <math>m^3</math> pr dekar. Resultatene fra denne undersøkelsen peker i retning av at det trolig kan hogges ned til en noe lavere gjenstående kubikkmasse. Det forutsettes imidlertid at slike hogster gjennomføres på en måte som ikke skader trærne med huldrestry, hvilket blant annet innebærer kartlegging og merking av huldrestrytrærne på forhånd, samt at det gjøres vurderinger av skogbestandets egnethet for gjennomhogst slik at en ikke får vesentlig-økt risiko for vindfelling.</p>		
<b>Ansvarlig signatur</b> Jeg innestår for at denne rapporten er i samsvar med oppdragsavtalen og Skog og landskaps kvalitetssystem for oppdragsrapporter.		
<div style="text-align: center;">6/2-13  Adm.dir./Avdelingsdirektør Seksjonsleder</div>		



---

## EFFEKTER AV HOGST PÅ HULDRESTRY (*USNEA LONGISSIMA*) I SAKSUMDALEN, LILLEHAMMER

---

Ken Olaf Storaunet<sup>1)</sup>, Jørund Rolstad<sup>1)</sup> og Erlend Rolstad<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Norsk institutt for skog og landskap

<sup>2)</sup> Skogfaglig Rådgivning, Holmsida 126, NO-1488 Hakadal

Omslagsfoto: Huldrestry (*Usnea longissima*) på grantrær ved Svartbekken, Lunner kommune  
(Fotograf: Erlend Rolstad).

---

Norsk institutt for skog og landskap, Pb. 115, NO-1431 Ås

---

## FORORD

Mjøsens Skog SA tok i 2005 initiativ til et prosjekt for å øke kunnskapen om forvaltning av huldrestry. Basert på tidligere registreringer av arten i Mjøsens distrikt ble det gjort skogshistoriske undersøkelser av utvalgte lokaliteter, samt gjennomført hogstforsøk i perioden 2005-07. De historiske undersøkelsene antydte at huldrestry hadde tålt tidligere avvirkninger, og resultatene antydte at dagens fortetting av skogen kunne være negativt for arten. Prosjektet konkluderte med at lokalitetene burde reinventeres etter ca 5 år for å se hvilken effekt hogstene hadde hatt.

På oppdrag fra Mjøsens Skog SA ble et utvalg av lokalitetene reinventert sommeren 2012. Registreringene ble utført av Erlend Rolstad (Skogfaglig Rådgivning) og Jørund Rolstad (Skog og landskap). Ken Olaf Storaunet (Skog og landskap) og Jørund Rolstad har gjennomgått materialet og skrevet rapporten. Den skogfaglige og økonomiske delen av hogstforsøkene er nærmere beskrevet av Ole Vestad i prosjektrapporten fra 2008 (Vestad 2008). Oppdraget har vært finansiert av Utviklingsfondet for skogbruket (SLF), Skogtiltaksfondet og Mjøsens Skog SA.

Ås, 21. januar 2013



Jørund Rolstad

## SAMMENDRAG

Storaunet, K.O., Rolstad, J. og Rolstad, E. 2013. Effekter av hogst på huldrestry (*Usnea longissima*) i Saksumdalen, Lillehammer. Oppdragsrapport 01/2013. Norsk institutt for skog og landskap, Ås. 11 s.

Huldrestry (*Usnea longissima*) er en epifyttisk hengelav kategorisert som sterkt truet på Rødlista fordi det de siste 10-årene er registrert en betydelig bestandsreduksjon. I 2005-2006 gjennomførte vi undersøkelser av skogstruktur og skoghistorie i 24 huldrestrylokaliteter, i produktive granskogbestand (*Picea abies*) med relativt høy kubikkmasse i Saksumdalen, Lillehammer. I sju delområder ble det i 2004-2007 gjennomført hogstforsøk i form av gjennomhogst, småflatehogst eller stripehogst, der kubikkmassen ble redusert med 30 – 50 %. Ti av områdene fra 2005/06 ble undersøkt igjen i 2012, hvorav tre ikke var påvirket av forsøkshogstene. Her ble antall tråder med huldrestry på til sammen 401 trær telt på nytt for å se hvordan laven hadde utviklet seg. Rundt huldrestrytrærne ble grunnflatesum ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ) målt med relaskop før og etter hogst, for å estimere tettheten av skogen og hogstuttaket.

Totalt antall trær med huldrestry endret seg ikke vesentlig, mens totalt antall huldrestrytråder på trærne hadde økt med 34 % fra 2005/06 til 2012. Det var større økning i antall tråder med huldrestry på trærne som var påvirket av hogstinngrepene (ca 50 % økning) sammenlignet med de trærne som ikke var påvirket av hogst (ca 10 % økning). Det var en markert økning i mengde huldrestry der skogen var glissen (lav grunnflatesum enten naturlig eller på grunn av hogstinngrepene), mens det var uendret mengde eller litt mindre huldrestry der skogen var tett (høy grunnflatesum). Det var ikke størrelsen på hogstinngrepene i seg selv som påvirket mengden huldrestry, men derimot hvordan skogen ble seende ut etter hogsten.

Huldrestry vokser best i åpent habitat, forutsatt at mikroklimaet er fuktig nok. Men også tap på grunn av vind og sterkt lys synes å være større i lysåpne miljøer. Middels åpen skog, som både har tilstrekkelig gode lysforhold og som hindrer at trådene tørker eller skades av vind, er derfor trolig mest gunstig for huldrestry. De fire siste årene har vært fuktigere enn årene før dette, noe som kan ha vært en medvirkende årsak til den markante økningen i mengde huldrestry.

Forsøkshogstene i de produktive skogbestandene i Saksumdalen har gitt positive effekter for huldrestry. Med grunnlag i tretettheter rundt trærne med huldrestry antydte vi etter undersøkelsene i 2005/06 at slike bestand kan hogges ned til 10 – 15  $\text{m}^3$  pr dekar. Resultatene fra denne undersøkelsen peker i retning av at det trolig kan hogges ned til en noe lavere gjenstående kubikkmasse. Det forutsettes imidlertid at slike hogster gjennomføres på en måte som ikke skader trærne med huldrestry, hvilket blant annet innebærer kartlegging og merking av huldrestrytrærne på forhånd, samt at det gjøres vurderinger av skogbestandets egnethet for gjennomhogst slik at en ikke får vesentlig økt risiko for vindfelling.

Nøkkelord:	gjennomhogst, granskog, hogstforsøk, huldrestry, <i>Picea abies</i> , <i>Usnea longissima</i>
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	Storaunet, K.O., Rolstad, J., Toeneiet, M. og Rolstad, E. 2008. Effect of logging on the threatened epiphytic lichen <i>Usnea longissima</i> : a comparative and retrospective approach. Silva Fennica 42: 685-703. Vestad, O. (red). 2008. Forvaltning av huldrestryforekomster. Prosjektrapport. Mjøsen Skog BA, Lillehammer. 38 s.

# INNHold

Forord .....	ii
Sammendrag .....	iii
1. Introduksjon .....	1
2. Materiale og metoder.....	2
3. Resultater .....	4
3.1. Lokalteter .....	4
3.2. Enkelttrær: Hogstuttak.....	6
3.3. Enkelttrær: Skogens tetthet (grunnflatesum).....	7
4. Diskusjon .....	9
5. Referanser .....	11



# 1. INTRODUKSJON

Huldrestry (*Usnea longissima* Ach.) er en epifyttisk hengselav som i Norge hovedsakelig vokser på grantrær (*Picea abies* (L.) Karst.). De siste 10-årene er det registrert en betydelig bestandsreduksjon, og arten er i dag kategorisert som sterkt truet (EN) på Rødlista. Nedgangen har trolig skjedd på grunn av flatehogst og luftforurensning (Kålås m. fl. 2010, Holien 2010, Rolstad og Rolstad 2008a). Lik andre strylaver er huldrestry lyskrevende, men den må samtidig ha høy luftfuktighet. Dette innebærer at habitatet oftest er relativt glisne granskoger i nord- og østvendte lisider, samt myrkanter og bekkedaler hvor skogen har en åpen struktur.

I Mjøsen Skogs driftsområder ble det registrert mer enn 150 forekomster av huldrestry gjennom MiS-registreringene på begynnelsen av 2000-tallet, i kommunene Østre Toten, Gjøvik, Lillehammer og Gausdal. Mange av forekomstene befinner seg på svak til middels god bonitet i kjølområdene (G6 – G11), men i de 65 lokalitetene i Lillehammer er huldrestryen mest tallrik i produktive granlier med 20 – 35 m<sup>3</sup> tømmer pr dekar.

I 2005-06 gjennomførte vi undersøkelser av huldrestry og skogshistorie i 24 lokaliteter i Saksumdalen og Korsåsen i Lillehammer kommune (Storaunet m. fl. 2008, Vestad 2008). Mengde huldrestry i lokalitetene varierte fra noen fåtalls trær med få tråder til flere titalls trær med flere hundre tråder. På grunnlag av analyser av stående skog, død ved og stubber, ble bestandshistorien rekonstruert tilbake til ca 1900 med hogsttidspunkter og stående volum før og etter tidligere hogster, samt hogsttuttak. Prøveflatene har hatt mellom to og fire hogstinngrep de siste 100 årene. De fleste flatene har blitt hogd ned til mellom 5 og 10 m<sup>3</sup> pr dekar én eller flere ganger i perioden mellom 1900 og 1960. Fem av flatene hadde i praksis blitt flatehogd (< 2 m<sup>3</sup> pr dekar). I tillegg til at det har forekommet nyetableringer, er det sannsynlig at det har vært huldrestry på flere av forsøksflatene i store deler av 100-års-perioden og at arten trolig har overlevd flere selektive hogster uten at det den gang ble tatt spesielle hensyn.

Analysene viste ingen klare sammenhenger mellom mengde huldrestry på lokalitetsnivå og ulike egenskaper ved dagens skogstruktur. Det var imidlertid en tendens til at lokaliteter som historisk hadde vært hogd hardt hadde noe mindre huldrestry i dag. For enkelttrær som hadde huldrestry fant vi mer huldrestry der det var middels tetthet av skogen rundt trærne. Undersøkelsene konkluderte derfor med at gunstige forhold for etablering og vekst av huldrestry trolig opptrer ved lavere tretetthet enn det vi finner i Saksumdalen i dag, trolig et sted omkring 10 - 15 m<sup>3</sup> pr dekar.

I 7 utvalgte bestand på til sammen 182 dekar ble det gjennomført hogstforsøk i 2004-2007 (Vestad 2008). Ved gjennomhogst, småflatehogst eller stripehogst ble kubikkmassen forsøkt redusert med ca 50 %. Forekomstene ligger i hovedsak i hogstmodne bestand med stor kubikkmasse, og der skogen ikke er godt egnet til gjennomhogst ut fra vanlig skogbruksbetraktninger. Bratt og vanskelig terreng gjorde at en valgte småflatehogst i noen av feltene. Trærne med huldrestry var på forhånd merket for å unngå at disse trærne ble tatt ut. I tillegg var feltpersonell med god kjennskap til laven og registreringene tilstede i forbindelse med de fleste driftene for å veilede maskinfører.

I 2012 reinventerte vi feltene. Her rapporterer vi hvordan huldrestryen har respondert på hogstforsøkene, og sammenligner med skogbestand og trær i bestand som ikke ble påvirket av hogstinngrepene.

## 2. MATERIALE OG METODER

I 2005-06 ble 24 bestand som tidligere var registrert som nøkkelbiotoper (MiS-registreringer) i Saksumdalen og på Korsåsen i Lillehammer kommune valgt ut i forbindelse med skoghistoriske undersøkelser (Storaunet m. fl. 2008, Vestad 2008). I 21 av disse bestandene var huldrestry tilstede, mens tre bestand med tilsvarende skogstruktur var uten huldrestry. I tillegg til registrering av skogstruktur og skoghistorie (bonitet, diameterfordeling, alder, stubber etter hogst, død ved, m.m.), ble alle trær nøye undersøkt for huldrestry og antall tråder av laven ble telt på hvert tre. Grunnflatesum ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ) ble målt med relaskop rundt hvert tre med huldrestry (grunnflatesum før hogst). Huldrestrytrærne ble merket slik at de kunne identifiseres på et senere tidspunkt.

I 7 av bestandene ble det gjennomført hogstforsøk, ved gjennomhogst, småflatehogst eller stripehogst. Mellom 30 og 50 % av kubikkmassen ble avvirket, noe som medførte at gjenstående kubikkmasse i bestandene var mellom 8 og  $16 \text{ m}^3$  pr dekar. Nærmere detaljer om hogstforsøkene finnes i Vestad (2008).

Sommeren 2012 (5 til 8 år etter hogst) ble et utvalg av bestandene oppsøkt på nytt og undersøkt for huldrestry, og antall tråder av laven ble telt på hvert tre. Også området rundt de tidligere registrerte trærne ble grundig undersøkt for eventuelle nyetableringer av laven. I tillegg ble en del bestand/trær der det ikke hadde vært hogst undersøkt. Bare deler av lokalitet E8 ble undersøkt da det hadde det vært en del vindfelling, samt at en del trær var blitt tørre slik at merkinga fra 2005/06 var borte. Rundt alle trærne ble det målt grunnflatesum med relaskop ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ). De utvalgte feltene omfattet alle hogstforsøkene (bortsett fra ett felt med lite huldrestry), samt tre av de urørte feltene (jfr. Vestad 2008). De utvalgte feltene skilte seg ikke fra de andre feltene, verken for skogtilstand eller mengde huldrestry.

Tabell 1. Oversikt over antall registrerte trær i ulike kategorier (om huldrestry var tilstede, nyetablert, gått ut eller om treet var falt ned i 2012 sammenlignet med registreringene i 2005/06), fordelt på forsøksfeltnummer og behandlingskategoriene urørt og hogstpåvirket. Urørte lokaliteter er gråskraverte.

Felt nr.	Urørt				Hogstpåvirket				Tre ikke gjenfunnet	Totalt antall
	Tilstede	Ny-etablert	Utgått	Tre falt ned	Tilstede	Ny-etablert	Utgått	Tre falt ned		
A1	20	9								29
A2	31	4	3		18	6				62
E4					8	2	2	1	2	15
E6	14		2	1	12	3	1		1	34
E7	45	3	16	3	19	5	5	1	2	99
E8*					59	15	11	3	3	91
E9	21	2	2							25
K1					15	1	7	1	1	25
K2					12	1				13
K3	5		2						1	8
Totalt	136	18	25	4	143	33	26	6	10	401

\*) Ikke hele lokalitet E8 fra undersøkelsen i 2005/06 ble undersøkt i 2012 da en del trær hadde tørka og barken falt av (merkinga på trærne var borte), samt at det hadde vært en del vindfelling.

Til sammen ble 401 trær med huldrestry reinventert, hvorav 10 trær fra 2005/06 ikke ble funnet igjen i 2012 (Tabell 1). 183 trær hadde ikke vært utsatt for hogstpåvirkning og ble nyttet som kontroll (urørt), mens 208 trær ble utsatt for varierende grad av hogstpåvirkning. 10 trær hadde dødd og falt ned siden 2005/06. Disse ble inkludert i analysene på lokalitetsnivå mens de ble tatt ut i analysene av enkelttrær.

Feltene A1, E9 og K3 var urørte kontrollfelter, mens i feltene E4, E8, K1 og K2 ble alle trærne med huldrestry påvirket av hogstinnngrepene. I de øvrige feltene ble en varierende andel av huldrestrytrærne påvirket av hogstene. Hogstpåvirkning for det enkelte tre ble målt som endringen i grunnflatesum ( $m^2/ha$ ) fra 2005/06 (før hogst) til 2012 (etter hogst), omregnet til prosent uttak. Endring i antall tråder med huldrestry på det enkelte tre ble målt som  $\text{diffLog}$ :

$$\text{diffLog} = \text{Log}(\text{thalli}_{\text{etter}} + 1) - \text{Log}(\text{thalli}_{\text{før}} + 1)$$

der  $\text{thalli}_{\text{etter}}$  er antall tråder i 2012 og  $\text{thalli}_{\text{før}}$  er antall tråder i 2005/06, og +1 ble lagt til for å få med trær med nyetablert huldrestry (0 tråder i 2005/06) og trær der huldrestry hadde gått ut i 2012 (0 tråder i 2012). En  $\text{diffLog}$ -verdi på 0 innebærer dermed ingen endring i antall huldrestrytråder, 0,25 innebærer at antall tråder i 2012 er omtrent 2 x antall tråder i 2005/06 (100 % økning),  $0,5 \approx 4 \times$  økning (300 %),  $-0,25 \approx \frac{1}{2} \times$  (50 % nedgang),  $-0,5 \approx \frac{1}{4} \times$  (75 % nedgang), osv. Forskjeller i endring i antall huldrestrytråder mellom kontroll og hogstpåvirkete trær ble testet med t-tester, mens sammenheng mellom skogens tetthet eller hogstuttak og endring i antall tråder ble testet med regresjoner.

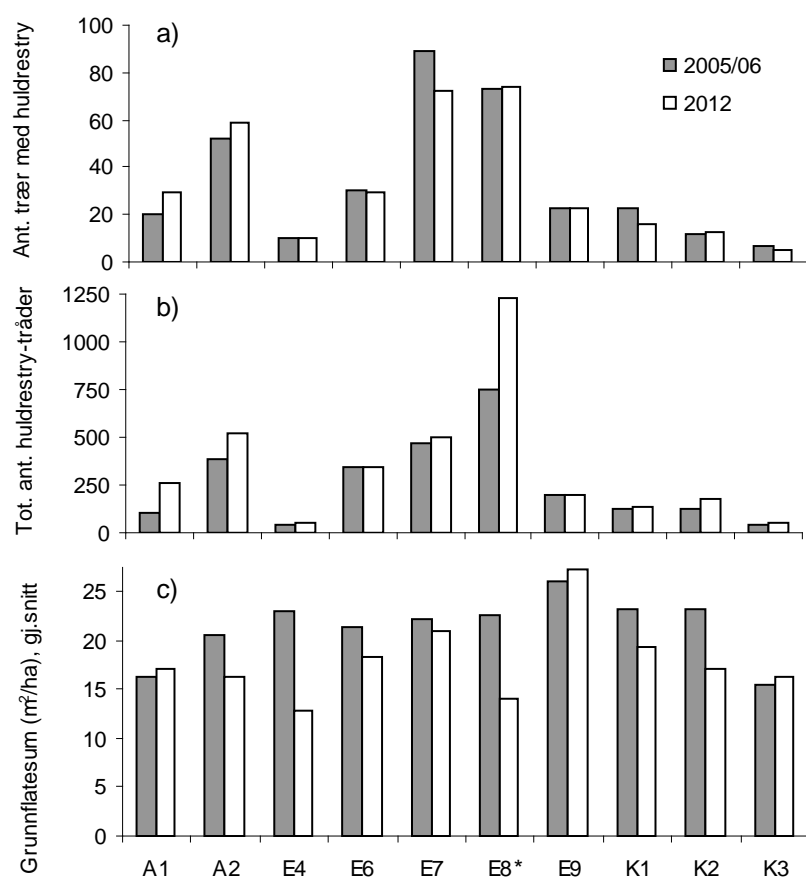
### 3. RESULTATER

#### 3.1. Lokalteter

På lokalitetsnivå varierte totalt antall trær med huldrestry fra 7 til 89 i 2005/06 og fra 5 til 74 i 2012, mens totalt antall tråder varierte tilsvarende fra 45 til 751 i 2005/06 og fra 49 til 1226 i 2012 (Fig. 1a, Fig. 1b). Selv om totalt antall trær med huldrestry i de 10 lokalitetene nesten ikke endret seg (339 trær i 2005/06 og 330 trær i 2012), økte totalt antall huldrestrytråder fra 2 582 til 3 449, en økning på 34 %. På 51 trær hadde trådene blitt borte siden 2005/06, mens på 51 andre trær fant vi nyetableringer av huldrestry (Tabell 1).

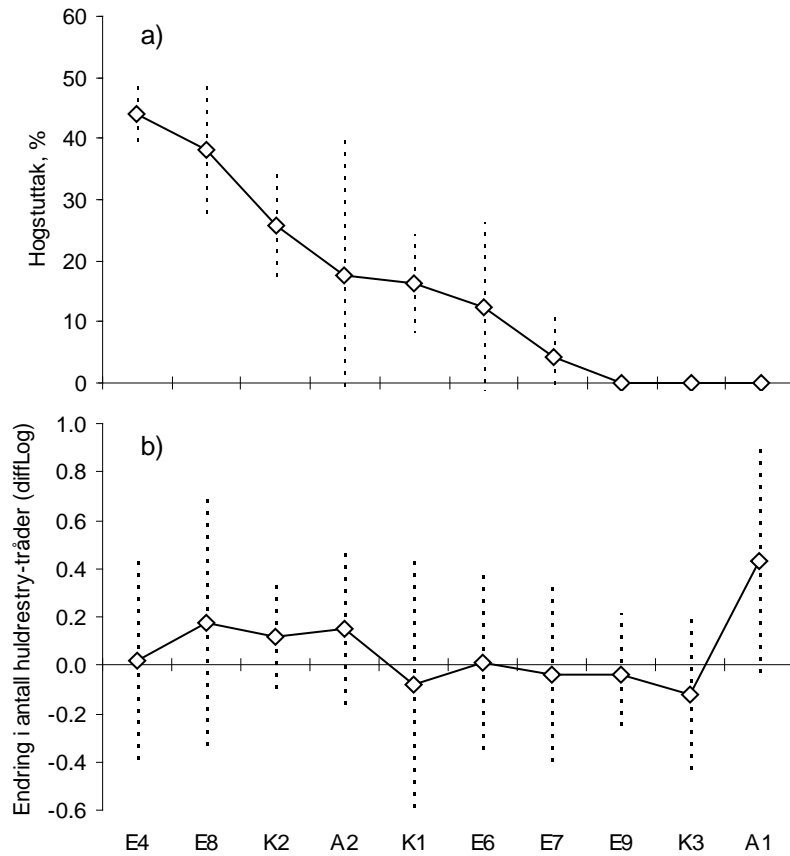
Gjennomsnittlig grunnflatesum rundt huldrestrytrærne var 22 m<sup>2</sup>/ha (variasjon fra 16 til 26 m<sup>2</sup>/ha) før hogst på lokalitetsnivå. Etter hogst (i 2012) var gjennomsnittet 18,3 m<sup>2</sup>/ha (fra 13 til 27) (Fig. 1c). Gjennomsnittlig hogstpåvirkning i de lokalitetene der det ble gjennomført hogstforsøk varierte fra 4,3 % (E7) til 44 % uttak (E4) (Fig. 2a).

Det var en viss sammenheng mellom hogstuttak og endring i mengde huldrestry på lokalitetsnivå (Fig. 2). Dersom vi ser bort fra lokalitet A1 var sammenhengen statistisk sikker (rangkorrelasjon:  $n = 9$ ;  $Z = 2,1$ ;  $p = 0,04$ ). Mye av økningen i lokalitet A1 skyldes en gruppe trær med nyetablering av huldrestry siden 2005/06.



Figur 1. Antall trær (a) og totalt antall tråder (b) med huldrestry, og gjennomsnittlig grunnflatesum rundt huldrestrytrærne (c), i de undersøkte lokalitetene i 2005/06 og 2012. \*) Ikke hele lokalitet E8 fra undersøkelsen i 2005/06 ble undersøkt i 2012.



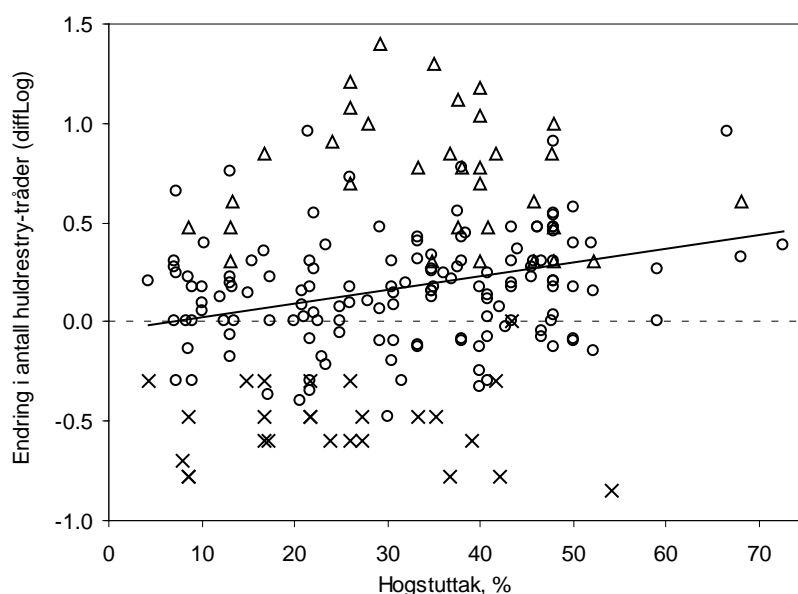


Figur 2. a) Gjennomsnittlig hogstuttak i prosent ( $\pm 1$  SD), fordelt på de 10 undersøkte lokalitetene, og sortert avtakende etter hogstuttak. b) Gjennomsnittlig endring i antall tråder med huldresty ( $\pm 1$  SD). Merk at y-aksen er skalert etter 'diffLog' (0 = ingen endring, 0,25  $\approx 2X$ , 0,5  $\approx 4X$ , -0,25  $\approx \frac{1}{2}X$ , -0,5  $\approx \frac{1}{4}X$ , osv).

### 3.2. Enkelttrær: Hogstuttak

I enkelte av feltene var det stor variasjon i det relative hogstuttaket rundt huldrestytrærne (f.eks. A2 og E6; Fig. 2a). Tilsvarende var det stor variasjon i endring i antall tråder med huldresty på enkelttrærne (Fig. 2b). Når vi sammenlignet endring i antall tråder (diffLog) på enkelttrær som var påvirket av hogst med kontrolltrærne (urørt) var det klar forskjell mellom de to gruppene ( $n = 381$ ,  $t = 2,95$ ,  $p = 0,003$ ). De trærne som var påvirket av hogst hadde en gjennomsnittlig endringsverdi (diffLog) på 0,17 (signifikant forskjellig fra 0:  $n = 202$ ,  $t = 5,48$ ,  $p < 0,0001$ ), noe som tilsvarer en gjennomsnittlig økning i antall huldrestytråder på ca 50 %. Kontrolltrærne hadde en gjennomsnittlig endringsverdi på 0,04 (tilsvarende en økning på ca 10 %, men ikke statistisk forskjellig fra 0:  $n = 179$ ,  $t = 1,54$ ,  $p = 0,13$ ).

For de trærne som var påvirket av hogstene var det en positiv sammenheng mellom endring i antall tråder og prosent hogstuttak rundt trærne ( $n = 202$ ,  $F = 11,6$ ,  $p = 0,001$ ,  $R^2 = 0,06$ ) (Fig. 3). Innenfor den variasjonen i relativt uttak som hogstene representerte, innebærer dette at økningen i mengden huldresty var større jo høyere uttaket hadde vært. For hogstuttak mellom 30 og 50 % av grunnflatesummen var gjennomsnittlig endring på 0,25 (diffLog), noe som tilsvarer ca 80 % økning i antall huldrestytråder pr tre.



Figur 3. Sammenhengen mellom relativt hogstuttak og endring i antall tråder med huldresty. Sirkler angir trær som hadde huldresty både i 2005/06 og 2012, trekanter angir nyetableringer siden 2005/06, mens kryssene angir trær der huldrestytrådene ikke lenger var tilstede i 2012. Merk at y-aksen er skalert etter 'diffLog' (0 = ingen endring,  $0,25 \approx 2X$ ,  $0,5 \approx 4X$ ,  $-0,25 \approx \frac{1}{2}X$ ,  $-0,5 \approx \frac{1}{4}X$ , osv).

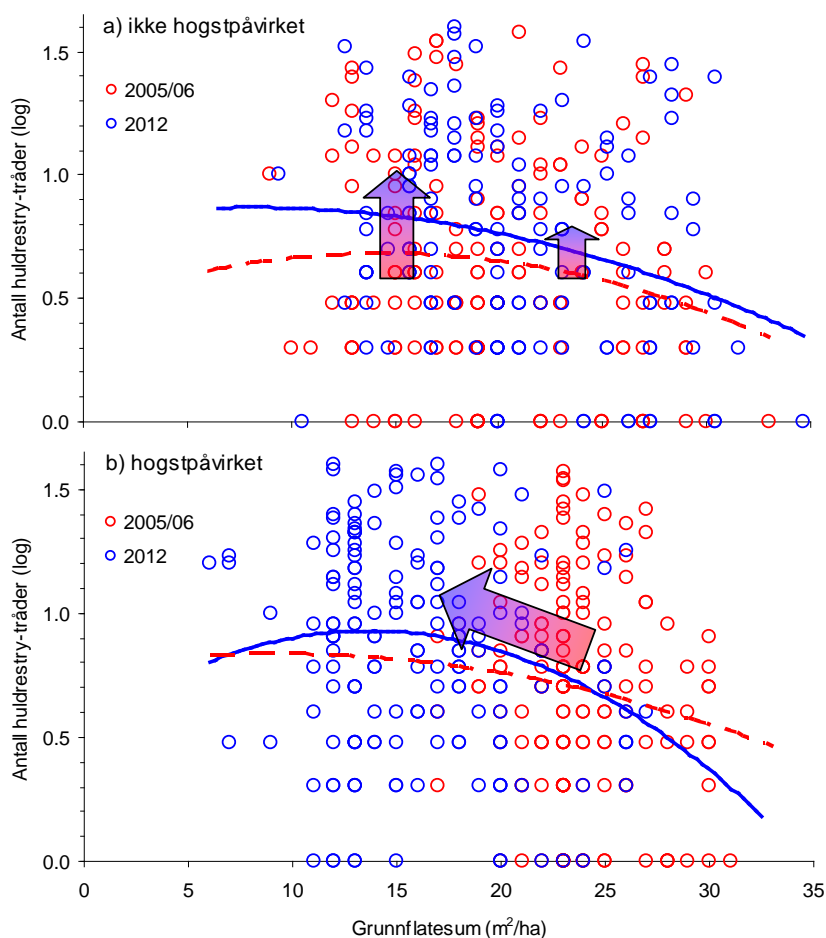
### 3.3. Enkeltrær: Skogens tetthet (grunnflatesum)

Grunnflatesum etter hogst var sterkt korrelert med det relative hogstuttaket ( $n = 202$ ,  $F = 686,8$ ,  $p < 0,0001$ ,  $R^2 = 0,77$ ), vi skal derfor se hvordan huldrestryen responderte i forhold til tettheten på skogen.

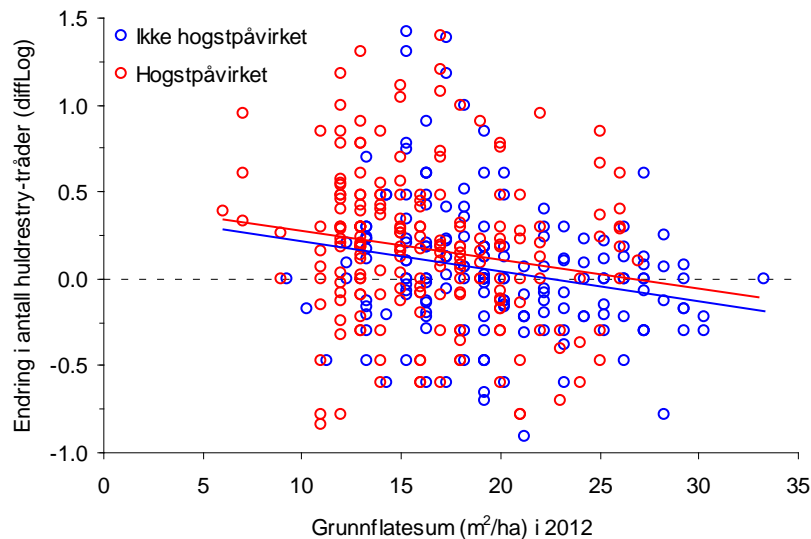
Før hogst var grunnflatesummen i gjennomsnitt  $21,7 \pm \text{SD } 4,4 \text{ m}^2/\text{ha}$  rundt alle trærne. Imidlertid var skogen tettere rundt de trærne som ble påvirket av hogst, sammenlignet med de trærne som ikke ble påvirket av hogstinnngrepene (henholdsvis  $23,7$  og  $19,6 \text{ m}^2/\text{ha}$ , signifikant forskjell:  $t = 10,3$ ,  $p < 0,0001$ ). I 2012 (etter hogst) var gjennomsnittlig grunnflatesum rundt de hogstpåvirkete trærne redusert til  $16,3 \text{ m}^2/\text{ha}$ , mens det omkring de urørte trærne var en økning på ca 5 %.

Endringsresponsen i antall tråder med huldrestry pr tre viste seg å være lik for de to gruppene, urørt og hogstpåvirket, når vi sammenlignet for samme verdier av grunnflatesum (Fig. 4, Fig. 5, Tabell 2). Det var altså samme økning i mengde huldrestry der skogen var naturlig glissen som der skogen var glisnet ut på grunn av hogst, mens det var uendret mengde eller litt mindre huldrestry der skogen var tett. Ved grunnflatesummer på  $10$ ,  $15$  og  $20 \text{ m}^2/\text{ha}$  var de estimerte endringsverdiene henholdsvis  $0,24$ ,  $0,16$  og  $0,07$  (diffLog-verdier). Dette tilsvarer gjennomsnittlig økning i antall tråder på henholdsvis ca 75 %, 45 % og 20 %. Ved grunnflatesum  $\geq 24 \text{ m}^2/\text{ha}$  var det ingen endring eller en mindre nedgang (Fig. 5).

Resultatene viser dermed at det ikke var størrelsen på hogstinnngrepene i seg selv som påvirket mengden huldrestry, men derimot hvordan skogen ble seende ut etter hogsten.



Figur 4. Sammenheng mellom skogens tetthet (grunnflatesum,  $\text{m}^2/\text{ha}$ ) og antall huldrestrytråder i 2005/06 (røde symboler) og i 2012 (blå symboler), for enkeltrær som a) ikke var påvirket av hogstinnngrep, og b) som var hogstpåvirket. De heltrukne kurvelineære regresjonslinjene (blå) er statistisk signifikante ( $p = 0,01$  i delfigur a,  $p = 0,05$  i delfigur b), mens de stiplede (røde) linjene ikke er signifikante. De brede pilene symboliserer på hvilken måte gjennomsnittsverdiene har endret seg fra 2005/06 til 2012. Merk at skalaen på y-aksen er logaritmisk (0 = 1 tråd, 1 = 10 tråder, 2 = 100 tråder).



Figur 5. Sammenheng mellom skogens tetthet (grunnflatesum,  $\text{m}^2/\text{ha}$ ) etter hogst og endring i antall tråder med huldresty fra 2005/06 til 2012 på enkelttrær, for trær som ikke var påvirket av hogst (blå symboler) og hogstpåvirkete trær (røde symboler). Se Tabell 2 for statistikk for regresjonsanalysen. Merk at y-aksen er skalert etter 'diffLog' (0 = ingen endring, 0,25  $\approx 2X$ , 0,5  $\approx 4X$ , -0,25  $\approx \frac{1}{2}X$ , -0,5  $\approx \frac{1}{4}X$ , osv).

Tabell 2. ANOVA-tabell for variansanalyse mellom endring (diffLog) i antall tråder med huldresty (avhengig variabel), og grunnflatesum ( $\text{m}^2/\text{ha}$ , etter hogst) og om trærne var hogstpåvirket eller ikke (uavhengige variable). Jfr. Fig. 5.

Variabel	DF	Kvadratsum	F-verdi	p-verdi
Urørt eller hogstpåvirket	1	0,02	0,11	0,74
Grunnflatesum ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	1	2,23	13,8	0,0002
Interaksjon	1	0,001	0,01	0,94
Residual	377	60,8		

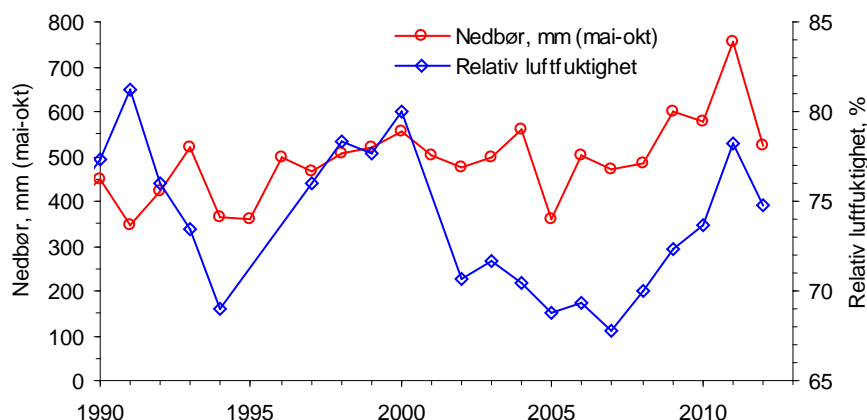


## 4. DISKUSJON

Vi har undersøkt hvordan huldrestry ble påvirket av hogstinggrep som ble gjennomført for 5 til 8 år siden, i produktive granskogbestand med relativt høy kubikkmasse. Antall trær med huldrestry endret seg ikke vesentlig, men totalt antall huldrestrytråder på trærne hadde økt med 34 %. Antall tråder økte mer jo mer åpen skogen var, både der det var hogd og der det var urørt. Der skogen var tett var det liten respons eller en svak nedgang i mengde huldrestry.

I likhet med andre strylaver krever huldrestry lys og fuktighet. Det er naturlig at mengden huldrestry på trærne avtar når skogen blir for tett og dermed også slipper mindre lys gjennom kronetaket. Når skogen er åpen og laven får lys nok, vil fuktighetsforholdene på stedet i større grad være avgjørende. Med grunnlag i tretettheter rundt trærne med huldrestry fant vi tidligere at det var flere tråder på trær ved midlere tretettheter (Storaunet m. fl. 2008, Vestad 2008). Både ved lave og høye tretettheter var det mindre huldrestry. Resultatene etter hogstinggrepe bekrefter dette bildet, selv om det kan synes som om mengde huldrestry øker også for lave tretettheter. Dersom vær- og grunnforholdene i bakken er slik at det ikke blir for tørt etter hogst vil forholdene sannsynligvis være gode selv om skogen er veldig åpen. Imidlertid vil en kunne få uttørking av forholdene i bestandet når det hogges og det blir mer glissent. De siste fire årene har det i regionen vært både mer nedbør og høyere luftfuktighet gjennom vekstsesongen, sammenlignet med årene før dette (Fig. 6). Dette kan være en medvirkende årsak til at vi fant så stor økning i mengden huldrestry.

Huldrestry vokser best i åpent habitat, forutsatt at mikroklimaet er fuktig nok (Keon og Muir 2002, Gauslaa m. fl. 2007, Rolstad og Rolstad 2008b). Men også tap på grunn av vind og sterkt lys synes å være større i lysåpne miljøer (Keon og Muir 2002). Middels åpen skog som både har tilstrekkelig gode lysforhold og som hindrer at trådene tørker eller skades av vind er derfor trolig best for huldrestryforekomstene i regionen.



Figur 6. Nedbørsmengde og relativ luftfuktighet i mai til oktober i perioden 1990-2012 i Lillehammer-Biri. (Data fra Meteorologisk institutt: [www.eklima.no](http://www.eklima.no)).

Under gunstige betingelser har huldrestry stort vekstpotensial (Keon og Muir 2002, Gauslaa m. fl. 2007, Rolstad og Rolstad 2008b). På vestkysten av Nord-Amerika er det vist at den kan doble lengden i løpet av et år. Hvis det er mange lange tråder som er mer eller mindre sammenfiltret, vil det være vanskeligere å skille enkelttråder fra hverandre. Dette vil trolig bidra til en underestimert mengde huldrestry. Siden det er de samme personene som har fulgt samme metodikk både i 2005/06 og i 2012, anser vi denne feilkilden som relativt liten.

Resultatene viser at gjennomhogster i produktive skogbestand med relativt høy kubikkmasse har gitt positive effekter for huldrestry. Vi antydte tidligere at det kunne hogges ned til 10 – 15 m<sup>3</sup> pr dekar (Storaunet m. fl. 2008, Vestad 2008). Forutsatt at de generelle fuktighetsforholdene ikke blir dårligere (jfr. Fig. 6), kan det trolig hogges til noe lavere gjenstående kubikkmasse enn dette. I de produktive bestandene som har huldrestry i Lillehammer-regionen innebærer dette ofte et hogstuttak på ca 50 %.

Det forutsettes imidlertid at gjennomhogstene gjennomføres på en slik måte at trærne som har huldrestry ikke hogges eller skades. Dette innebærer blant annet at trærne med huldrestry kartlegges på forhånd og merkes tydelig. Bestand med huldrestry som er aktuelle for hogst må vurderes med hensyn på egnethet for gjennomhogst, for eksempel ved bruk av såkalt 'selektiv hogstindeks' (Lexerød og Eid 2006). En kan ofte få økt sannsynlighet for vindfall etter gjennomhogster av relativt tette skogbestand. Dermed vil de gjenstående trærne med huldrestry kunne blåse ned. Dette har skjedd i deler av bestandet i lokalitet E8, der det har vært en del vindfelling og en del trær har tørka (Vestad 2008). Denne undersøkelsen var ikke egnet til å si noe om slike effekter.

## 5. REFERANSER

- Gauslaa, Y., Palmqvist, K., Solhaug, K.A., Holien, H., Hilmo, O., Nybakken, L., Myhre, L.C. og Ohlson, M. 2007. Growth of epiphytic old forest lichens across climatic and successional gradients. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 1832-1845.
- Holien, H. 2010. Huldrestry - *Usnea longissima*. Faktaark nr. 136. Artsdatabanken, Trondheim. 4 s.
- Keon, D.B. og Muir, P.S. 2002. Growth of *Usnea longissima* across a variety of habitats in the Oregon Coast Range. *Bryologist* 105: 233-242.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Trondheim. 480 s.
- Lexerød, N.L. og Eid, T. 2006. Assessing suitability for selective cutting using a stand level index. *Forest Ecology and Management* 237: 503-512.
- Rolstad, J. og Rolstad, E. 2008a. Huldrestry *Usnea longissima* i Nordmarka, Oslo - markert nedgang selv i områder uten hogst. *Blyttia* 66: 208-214.
- Rolstad, J. og Rolstad, E. 2008b. Intercalary growth causes geometric length expansion in Methuselah's beard lichen (*Usnea longissima*). *Botany* 86: 1224-1232.
- Storaunet, K.O., Rolstad, J., Toeneiet, M. og Rolstad, E. 2008. Effect of logging on the threatened epiphytic lichen *Usnea longissima*: a comparative and retrospective approach. *Silva Fennica* 42: 685-703.
- Vestad, O. (red). 2008. Forvaltning av huldrestryforekomster. Prosjektrapport. Mjøsen Skog BA, Lillehammer. 38 s.