

Priežu rūsganās zāglapsenes (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) izraisītās defoliācijas ietekme uz priežu (*Pinus sylvestris* L.) pieaugumu

A. Šmits, Z. Striķe, LVMI „Silava”, I. Liepa, LLU

Kopsavilkums: Latvijā, Ventspils un Valkas rajonā, priežu audžu masīvos, laikā no 2004. gada līdz 2007. gadam, novērota priežu rūsganās zāglapsenes (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) savairošanās dažāda vecuma priežu audzēs, tai skaitā arī vecākās audzēs.

Pētījumā novērtēta defoliācijas ietekme uz priežu audzi. Salīdzināti koksnes zudumi un koku bojāeja audzēs, kas apstrādātas ar insekticīdu DIMILIN, kā arī kaitēkļa primārās un sekundārās savairošanās skartās neaizsargātās audzēs.

Koksnes pieauguma samazināšanās novērota jau gadu pirms masu savairošanās konstatēšanas un liek secināt, ka arī daļēja vainagu defoliācija, kas notikusi 2003. gadā primārajā savairošanās reģionā Valkas rajonā, ir būtiski ietekmējusi koksnes pieaugumu.

Kumulatīvais reducētais papildpieaugums laikā no 2003. gada līdz 2006. gadam Valkas rajona vairāk bojātajās audzēs bija sasniedzis $-0,343 \text{ m}^3/\text{m}^2$, bet ar DIMILIN apstrādātajās audzēs $-0,130 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Būtiska koku bojāeja zāglapsenes atskujotās audzēs nav konstatēta. Valkas rajonā, gan atskujotās, gan kontroles audzēs, 10 uzskaites transektos tika atrasts tikai 1 nesen nokaltis koks. Ventspils rajonā koku bojāeja bija nedaudz augstāka - 1,5% primārajā savairošanās reģionā un 0,2% kontroles audzēs.

Nozīmīgākie vārdi: *Neodiprion sertifer*, defoliācija, reducētais papildpieaugums, *Pinus sylvestris*.

...

A. Šmits, Z. Striķe, LFRI “Silava”, I. Liepa, Latvian University of Agriculture. **Effect of defoliation caused by European pine sawfly *Neodiprion sertifer* Geoffr. on Scots pine *Pinus sylvestris* L.**

Abstract: Large-scale outbreak of European pine sawfly *Neodiprion sertifer* Geoffr. in pine stands on poor soils was observed in Latvia between 2004 and 2007. The primary outbreak started in two regions with about 500 ha infested in the Ventspils region (Kurzeme, western Latvia) and about 300 ha in the Valka region (Vidzeme, north-east Latvia).

The aim of this study was to evaluate the effect of sawfly defoliation on pine wood loss and tree mortality. To assess wood increment loss a number of sample plots with three 500m² subplots in each plot were established. Stands with different defoliation history were chosen: a) stands treated with the insecticide DIMILIN in 2005 (3 sample plots), b) insecticide untreated stands of primary sawfly outbreak (3 sample plots), c) stands of secondary sawfly outbreak showing slight (two sample plots) and moderate defoliation (three sample plots), and d) control stands (three sample plots in western Latvia and two in north-east Latvia). Each tree falling within 8m from the subplot centre was sampled with increment borer; recorded were tree

height, diameter, and the defoliation caused by the *Neodiprion sertifer* larvae.

Some increment loss was observed already in 2003 before the pine sawfly outbreak became visible. It was attributed to a partial canopy defoliation that remained unnoticed, yet significant enough for wood increment.

The cumulative volume increment loss per unit of stand basal area in the untreated stands affected by primary sawfly outbreak (most severely defoliated stands) was $0.343\text{m}^3/\text{m}^2$. Volume increment loss in insecticide treated stands was considerably lower, $0.130\text{m}^3/\text{m}^2$. The cumulative volume increment loss per unit of stand basal area in the stands affected by secondary outbreak with slight to moderate defoliation was $0.087\text{m}^3/\text{m}^2$ and $0.166\text{m}^3/\text{m}^2$, respectively.

Tree mortality was estimated on transects. Ten transects were established in insecticide treated stands, and accordingly 10 transects in the control stands. Similarly, 10 transects were established in untreated stands in north-east Latvia, distinguished by the most severe sawfly defoliation, and accordingly 10 transects in the control stands. Regardless of repeated defoliation the tree mortality in the stands was insignificant. In the most severely damaged stand the tree mortality was merely 0.19% compared to 0.18% in the control stand. In insecticide treated stands the tree mortality was as high as 1.5% compared to 0.2% in the control.

Key words: *Neodiprion sertifer*, defoliation, volume increment loss, *Pinus sylvestris*.

...

Шмитс А., Стрике З., ЛГИАН «Силава», Лиепа И., Латвийский сельскохозяйственный университет. **Влияние дефолиации вызванной действием рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) на прирост сосны (*Pinus sylvestris* L.).**

Резюме: В Вентспилском и Валкском районах Латвии в период от 2004 до 2007 года в массивах разновозрастных сосновых насаждений наблюдалось размножение рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.), в т.ч. и в спелых насаждениях.

В публикации оценено воздействие дефолиации на сосновое насаждение: произведено сравнение древесных потерь и гибели деревьев в насаждениях, обработанных с инсектицидом DIMILIN, а также в незащищенных насаждениях примарного и секундарного размножения упомянутого вредителя.

Уменьшение древесного прироста наблюдалось уже за год до начала массового размножения пилильщика, поэтому можно сделать вывод, что даже частичная дефолиация венков деревьев, которая наблюдалась в примарном регионе размножения Валкского района в 2003 году, имело существенное воздействие на прирост сосны.

Редуцированный кумулятивный дополнительный прирост в период от 2003 до 2006 года в наиболее поврежденных насаждениях Валкского района достиг $-0,343\text{ м}^3/\text{м}^2$, а в обработанных с DIMILIN $-0,130\text{ м}^3/\text{м}^2$.

Существенная по количеству гибель деревьев в насаждениях, поврежденных воздействием рыжего соснового пилильщика, не наблюдалась. В насаждениях, пострадавших от дефолиации, а также в контроли и на 10 трансектах учета в Валкском

районе, было найдено лишь одно свежееусохшее дерево. В Вентспилском районе установленная гибель деревьев была немного больше – 1,5% в примарном регионе размножения и 0,2% в контроли.

Ключевые слова: *Neodiprion sertifer*, дефолиация, редуцированный дополнительный прирост, *Pinus sylvestris*.

Ievads

Kopš seniem laikiem ekologi interesējušies par to, kādēļ dažām kukaiņu populācijām regulāri novērojamas masu savairošanās, bet citām raksturīga stabila dinamika, bez izteikta cikliskuma. Analizējot savairošanās gaitu un apkopojot kukaiņu populāciju dinamikas datus garās laika rindās, iegūta informācija, kas ļauj veidot populāciju dinamikas modeļus (Barbosa, Schultz, 1987; Hanski, 1987; Cappuccino, Price, 1995). Monitorings un kaitēkļu dinamikas prognoze ir viena no svarīgākajām sastāvdaļām integrētā kaitēkļu uzraudzības programmā (Way, van Emden, 2000). Skuju, lapu graužēju savairošanās gaitas attīstības prognoze un defoliācijas iespējamā ietekme uz mežaudzi ir bāze lēmuma pieņemšanai par pasākumiem kaitēkļu ierobežošanai. Padomju laikā Latvijā šīs savairošanās parasti ierobežoja, izmantojot ķīmiskās apstrādes ar aviotransportu, dažkārt bez detalizēta pamatojuma, tādējādi nodarot ievērojamu ļaunumu apkārtējai videi (Зубкова, Шафонов 1988; Ozols 1985). Pagājušā gadsimta septiņdesmitajos un astoņdesmitajos gados plaši izmantoja piretroīdus, kā arī tika veikti pētījumi ar videi daudz draudzīgākajiem vīrusu preparātiem (Зариньш, Аугсткalinьш 1973; Зариньш, Ритума, 1988).

Latvijā 2004. gada jūnija beigās novērota priežu rūsganās zāglapsenes (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) masu savairošanās

Valkas mežniecības (Valkas rajons) un Tērandes mežniecības (Ventspils rajons) teritorijā. Kaut gan priežu rūsganā zāglapsene ir tipisks jaunaudžu kaitēklis, masu savairošanās laikā tas atskujo arī vidēji pieaugušas audzes un pat briestaudzes. Primārajās savairošanās vietās nodarītais kaitējums aptvēra vairākus simtus hektāru (Ventspils rajonā – ap 500 ha, Valkas rajonā – ap 300 ha).

Šī darba uzdevums ir noteikt zāglapsenes savairošanās izraisītās defoliācijas ietekmi uz priežu mežaudzi:

- uz audzes papildpieaugumu,
- uz priežu bojāeju.

Ņemot vērā ka, pasiltinoties klimatam, skuju, lapu graužēju kaitēkļu savairošanās, iespējams, kļūs biežākas un plašākas, darba gaitā iegūtās atziņas būs izmantojamas arī turpmāk.

1. Metodes

1.1. Priežu rūsganās zāglapsenes vispārējs raksturojums

Priežu rūsganā zāglapsene (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) (Hymenoptera, Diprionidae) ir viena no vispostošākajām skuju graužēju kaitēkļu sugām Eiropā un visā ziemeļu puslodē. Latvijā kaitēkļa savairošanās novērojama 10-12 gadu intervālā (Ozols, 1985). Savairošanās raksturīgas nabadzīgās augtenēs (Larsson, Tenow, 1984): no kaitējuma vairāk cieš priežu audzes Mr, Ln, As, Am, Kv, un Km, bet mazāk Sl un Pv, Nd meža tipos. Šim

kaitēklim raksturīgais dzimumferomons tagad ir jau sintezēts laboratorijā. Izdarīti kaitēkļu savairošanās samazināšanas izmēģinājumi, lietojot seksuālās dezorientācijas metodes, t.i., izplatot audzēs sintētisko dzimumferomonu (Martini *et al.*, 2002). Tomēr no rezultātiem izriet, ka šī metode priežu rūsganās zāglapsenes ierobežošanai nav izmantojama. Pirmkārt, pēdējos gados par nepareizu atzīts uzskats, ka zāglapsenes, īpaši pēc pārošanās, aktīvi nelido (Kolomiets *et al.* 1979; Wagner *et al.* 1986). Samērā bieži šis kaitēklis migrē, pārvarot ievērojamus attālumus (Östrand *et al.*, 1999). Turklāt kā būtisks faktors atzīmējams arī tas, ka dzimumu diferenciācijas mehānisms ir haplodiploīdāls: no neapaugļotām olām attīstās tēviņi, bet no apaugļotām – mātītes. Ar seksuālās dezorientācijas metodes, daudzām mātītēm paliekot neapaugļotām, ir iespējams izmainīt dzimumu kvantitatīvo attiecību (Anderbrand *et al.*, 1995), kas tomēr nenodrošina rezultatīvu audžu aizsardzību.

Priežu rūsganās zāglapsenes kāpuri parasti sastopami priežu jaunaudzēs, tomēr plašas masu savairošanās gadījumā tie lielās teritorijās atskujo arī priežu briestaudzes (Ozols, 1985). Šī kaitēkļa saimniekaugs ir visas priežu sugas (Kolomiets *et al.*, 1979). Līdzīgi kā citu skuju grauzēju kaitēkļu izraisītas defoliācijas ietekmē, priežu audzes bojā neiet. Tajā pašā laikā agrāk veiktie pētījumi liecina, ka intensīva koku atskujošana deviņu gadu garumā samazina koksnes pieaugumu vidēji par 30% (Austarā *et al.*, 1987).

Priedes apdzīvo daudzas zāglapseņu sugas, tomēr priežu rūsganās zāglapsenes izteikti cikliskā savairošanās to ievērojami atšķir no pārējām sugām (Larsson, Björkman,

1993; Hanski, 1987). Analizējot faktorus, kas nosaka priežu rūsganās zāglapsenes populāciju ciklisko raksturu, liela nozīme piešķirama sīko grauzēju ietekmei uz šī kaitēkļa kokonu stadiju (Hanski 1987; Šmits *et al.*, 1996).

Priežu rūsganajai zāglapsenei attīstās viena paaudze gadā. Kāpuri šķīļas maija sākumā, pulcējas kolonijās un sāk baroties ar iepriekšējā gada priežu skužām, tās gandrīz pilnīgi nograuzot: atstāti tiek tikai nelieli izciļņi pie skuju pamatnes. Tēviņi maina ādu 5 reizes (līdz sestajam augumam), bet mātītes – 6 reizes (līdz septītajam kāpura augumam). Pieauguši kāpuri ir zaļganpelēki, ar gaišu muguras un tumšām sānu garenjoslām. Galva melna, spīdīga. Jau jūnija beigās vai jūlija sākumā kāpuri ir pieauguši un pārvietojas mājot zemsegā, kur pin kokonu un pārvēršas par eonimfām. Apmēram pēc mēneša iestājas nākamā pronimfas (priekškūniņas) stadija.

Augusta otrajā pusē kokona iekšpusē veidojas kūniņas un pieaugušās zāglapsenes izlido septembrī–oktobrī. Mātītes un tēviņi lido apmēram vienā laikā. Tēviņi ir daudz labāki lidoņi nekā mātītes, kuras nereti koka vainagā dodas rāpus pa stumbru. Mātītes dēj 60-80 olas, kas „iezāģētas” skuju parenhīmā. No neapaugļotajām olām attīstās tēviņi, bet no 2/3 apaugļoto olu – mātītes. Zāglapsenes pārziemo olu stadijā.

Sīkāku priežu rūsganās zāglapsenes attīstības aprakstu skatīt Griffiths 1959, Juutinen 1967, Kolomiets *et al.* 1979, Ozols 1985.

1.2. Parauglaukumu ierīkošana

2007. gada jūnijā–augustā tika iekārtoti parauglaukumi priežu audzēs ar dažādu priežu rūsganās zāglapsenes atskujuma vēsturi.

Katrā parauglaukumā ierīkoti trīs 500 m² lieli apļveida uzskaites laukumi. Katrā laukumā uzmērīts koku izvietojums to savstarpējās konkurences apzināšanai. Katram kokam uzmērīts diametrs krūšaugstumā un noteikta pašreizējā vainaga defoliācijas pakāpe. Novembrī-decembrī, kad šā gada koksnes pieauguma veidošanās bija gandrīz beigusies, 8 m rādiusā no parauglaukuma centra tika ņemti koku radiālā pieauguma paraugi un uzmērīts koku augstums. Visiem kokiem uzskaites laukumos izdarīti urbumi virzienā no centra (stāvot uzskaites laukumā ar muguru pret tā centru), lai novērstu sistemātisko kļūdu, kas parasti rodas, koku pieaugumus mērot vienā virzienā.

Kurzemē un Vidzemē ierīkoti 4 veidu parauglaukumi (1. tabula):

1. zāglapsenes primārās savairošanās

skartās audzēs, kas 2005. gadā miglotas ar DIMILIN – 3 parauglaukumi (9 uzskaites laukumi);

2. miglotajām audzēm pieguļošās audzēs, zāglapsenes sekundārās savairošanās skartās audzēs – 3 parauglaukumi (9 uzskaites laukumi);
3. kontrolei – 3 parauglaukumi (9 uzskaites laukumi) Kurzemē;
4. primārās savairošanās skartās nemiglotās audzēs Valkas mežniecībā – 2 parauglaukumi (6 uzskaites laukumi);
5. sekundārās savairošanās skartās audzēs Valkas rajonā – 2 parauglaukumi (6 uzskaites laukumi);
6. kontrolei Valkas rajonā – 2 parauglaukumi (6 uzskaites laukumi).

2007. gada rudenī koku defoliācija

2005. gadā miglotajos parauglaukumos un

1. tabula, Table 1

Kurzemes parauglaukumu raksturojums 2007. gadā
Western Latvia (Kurzeme) sample plot characteristics for 2007

Parauglaukuma kods Sample plot code	Paraugu ņemšanas gads Year of sampling	Augstums (m) Height (m)	Diametrs, (cm) Diameter (cm)	Defoliācija Defoliation
Primārā savairošanās, miglota audze (Ventspils raj.) Primary outbreak, treated stand	2007	20,1	26,6	23,6
Miglotai pieguļošās audzes, sekundārā savairošanās Adjoining stands, secondary outbreak	2007	21,1	23,7	23,7
Kontrole (Talsu raj.) Control	2007	22,8	24,7	
Primārā savairošanās, nemiglota audze (Valkas raj.) Primary outbreak, untreated stand	2006	20,8	25,2	62,7
Sekundārā savairošanās (Valkas raj.) Secondary outbreak	2006	20,8	24,9	17,4
Kontrole (Valkas raj.) Control	2007	21,4	25,6	

pieguļošajās audzēs būtiski neatšķirās. Koku vainagi vēl nebija pilnībā atjaunojušies un atsevišķu koku atskujošanās joprojām pārsniedza 40%, lai gan priežu rūsganās zāglapsenes klātbūtne šajās audzēs netika konstatēta. Valkas rajonā, zāglapsenes primārās savairošanās audzēs, koku defoliācija 2006. gadā vēl bija ļoti augsta – 62,7%. Šīs audzes uzskatāmas par visvairāk cietušām, jo atskujošanās bija novērojama jau 2004. gadā, maksimumu sasniedzot 2005. gadā.

1.3. Datu apstrāde

Valkas parauglaukumos pēc I. Liepas metodes (Liepa, 1996) tika atlasīti koki kontroles parauglaukumos ar augstu korelāciju attiecībā pret kaitēkļa ietekmēto parauglaukumu koku vidējo pieaugumu 12 gadus pirms defoliācijas (10 gadi Kurzemes parauglaukumos, jo tur turpmākajos gados izpaudusies priežu sprīžotāja 1990.-1994.g.g. savairošanās ietekme). Par minimālo korelācijas koeficientu izmantota Pīrsona koeficienta kritiskā vērtība pie $n=12$ un $\alpha=0,05$ $r_{12,0,05}=0,576$ (Kurzemē $r_{8,0,05}=0,632$). Ilgāku laika periodu nav vēlams koku izmantošana atlasei, jo trūkst datu par faktoriem, kas ietekmējuši to augšanu konkrētajā audzē (piemēram, citu skuju grauzēju masu savairošanās šajā audzē). Tādēļ tika atlasīti koki no kontroles parauglaukiem: kaitējuma novērtēšanai miglotās audzēs – 27, pieguļošās nemiglotās audzēs (sekundārās savairošanās skartās audzes) – 26 koki, primārās savairošanās ligzdā nemiglotā audzē Valkas rajonā – 24 koki un sekundārās savairošanās skartās audzēs Valkas rajonā – 24 koki.

Koki no visiem uzskaites laukumiem

tika apvienoti vienā datu kopā pieņemot, ka uzskaites laukumi reprezentē audzi kopumā. Salīdzinot parauglaukumu vidējo vērtību korelāciju, konstatēta izlīdzināta cieša korelācija. Tādēļ papildpieauguma noteikšanai izmantotas parauglaukumu koku pieaugumu vidējās vērtības.

Atšķirību novērsēšanai, kas saistītas ar audžu vecumu un augsnes auglību, kontroles audzes pieaugumi transformēti, izmantojot formulu, kas iegūta no sakarības starp koksnes pieaugumiem abos parauglaukumos (skat. sadaļā „Rezultāti un to analīze”).

1.4. Defoliācijas ietekme uz koku bojāeju

Ventspils rajonā 2007. gada jūnijā zāglapsenes primārās savairošanās reģionā un kontroles audzēs (audzēs bez redzamām atskujošanās pazīmēm) novērtēta defoliācijas ietekme uz priežu bojāeju, izmantojot transektu metodi. Valkas rajonā parauglaukumi novērtēti 2008. gadā, no 21. līdz 28. aprīlim. Katrā reģionā ierīkoti 10 transekti priežu rūsganās zāglapsenes primārās savairošanās skartajās audzēs un 10 transekti – audzēs bez redzamām defoliācijas pazīmēm.

Audzju apsekošanai izmantota šāda metodika: transekta sākums izvēlēts nejauši priežu audzes malā, 10 m no meža sienas, un uzskatāms par pirmo uzskaites punktu, kur atrod tam tuvāko priedi un pārliecinās, vai tā nav kalstoša vai stumbra kaitēkļu invadēta. Ja tuvākā priede no šī punkta atrodas tālāk par **4 m**, tad uzskaiti tajā neveic un punkts uzskatāms kā “tukšs”. Uzskaites punktā pārbauda vēl divas priedes, kas atrodas vistuvāk pirmajam kokam, bet gadījumā, ja priede atrodas tālāk par 4 m no pirmā koka, to neuzskaita. Kad koki pirmajā uzskaites punktā ir uzņemti,

izvēlas transekta virzienu (azimutu). Ar soļiem transekta virzienā nomēra 10 m un tajā vietā iesprauž mietiņu, tādējādi iezīmējot otro uzskaites punktu.

Katrā uzskaites punktā, tāpat kā pirmajā, veic priežu novērtēšanu (0-3 priežu) pēc to dzīvotspējas un stumbra kaitēkļu invāzijas pazīmēm. Kopējo transekta garumu veido 30 uzskaites punkti (Valkas rajonā 20). Ja transekts ir garāks par konkrētās mežaudzes garumu, tā līniju drīkst lauzt, uzskaites kartiņā atzīmējot jauno virzienu (azimutu).

Pirms vairākiem gadiem nokaltušie koki – bez mizas, sazīlējuši un bez nobrūnējušu skuju atliekām – uzskatīti par sausokņiem un nav pieskaitīti zāglapsenes kaitējuma rezultātā nokaltušajiem kokiem.

Pie nesen kaltušiem pieskaitīti arī koki ar zaļu vainagu un veselu mizu, ja fiksētas stumbra kaitēkļu invāzijas pazīmes un no koku ieskrejām izbiruši mizas milti.

2. Rezultāti un to analīze

2.1. Defoliācijas ietekme uz priežu pieaugumu

Skuju, lapu graužēju izraisītās defoliācijas sekas ir koku bojāeja, galotņu nokalšana (Wickman, 1978; McCullouch *et al.*, 1996) un pieauguma zudumi (Austrā *et al.*, 1987; Straw, 1996; Långström *et al.*, 2001). Lai novērtētu radušos zaudējumus un veikto aizsardzības pasākumu sekmīgumu, jāparedz kaitējuma apmēri arī gadījumā, ja šādi pasākumi netiek veikti. Kaitēkļu viena gada laikā pilnīgi atskujotām priežu audzēm parasti novērojami tikai pieauguma zudumi (Cedervind, Långström, 2003). Defoliācijas izraisītās koku nokalšanas risks ir niecīgs, ko tomēr ievērojami palielina sekundāro

stumbra kaitēkļu uzbrukumi (Straw, 1996). Ja priežu defoliācija turpinās divus gadus pēc kārtas, koku nokalšana sagaidāma pat bez sekundāro kaitēkļu ietekmes (Långström *et al.*, 2001; Fajvan *et al.*, 2008). 1996.gadā plaša priežu sprīžotāja (*Bupalus piniarius*) savairošanās novērota Zviedrijā, kur pilnīgi tika atskujotas priežu audzes 2000 ha platībā. Apmēram 40 gadus vecās priežu audzēs, kur atskujotāšanās pēc divu gadu ilgas defoliācijas pārsniedza 90%, konstatēti 25% bojā gājušo koku. Koku vainagi šajās audzēs nebija pilnīgi atjaunojušies pat pēc 4 gadiem un galotnes nokaltušas 50% priežu (Cedervind, Långström, 2003). Mazāk atskujotās audzēs koku bojāeja nepārsniedza 8%. Vairums priežu tajās iznīka no sekundāro stumbra kaitēkļu, galvenokārt priežu lielā lūksngrauža (*Tomicus piniperda*), kaitējuma. Viena gada pilnīga priežu defoliācija ir pietiekama, lai tās būtu pakļautas priežu lūksngrauža apdraudējuma riskam (Cedervind *et al.*, 2003).

Koksnes radiālā pieauguma liknes Valkas rajona parauglaukumiem (vidējās vērtības) parādītas 1. attēlā, bet Kurzemes parauglaukumiem – 2. attēlā.

To, ka lielākais radiālā pieauguma kritums ir zāglapsenes primārās savairošanās audzēs, kuras netika apstrādātas ar insekticīdiem (Valkas rajons), ir iespējams noteikt jau vizuāli. Lielākā pieauguma samazināšanās novērota gadu pēc zāglapsenes savairošanās maksimuma: 2005. gadā koksnes radiālais pieaugums zāglapsenes bojātajā audzē, salīdzinājumā ar kontroles audzi, samazinājies par 40%. Attēlā redzams, ka būtiska pieauguma samazināšanās novērota jau 2003. gadā, lai gan savairošanās konstatēta

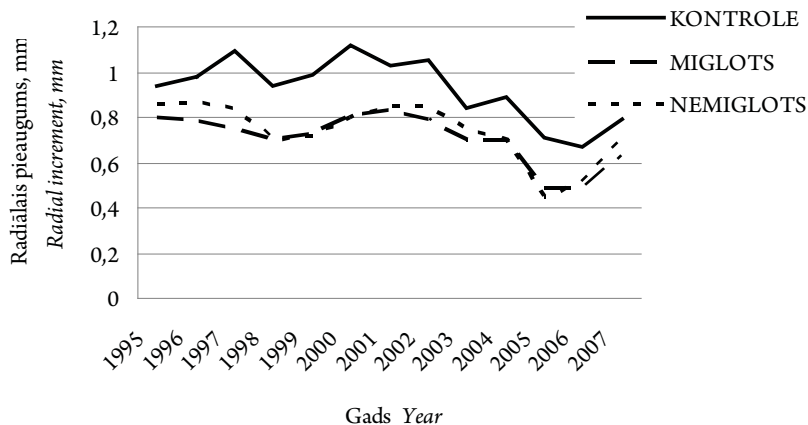


1. attēls. Koksnes radiālā pieauguma vidējās vērtības kociem kontroles un priežu rūsganās zāglapsenes atskujotās audzēs Valkas rajonā.

DEFOL – audzes primārajā savairošanās reģionā ar vislielāko defoliāciju; SEKUNDĀRĀ – audzes sekundārajā savairošanās reģionā ar nelielu defoliācijas intensitāti; KONTROLE – audzes bez redzamām defoliācijas pazīmēm.

Figure 1. Average values for radial increment of pine sawfly defoliated and control stands in north-east Latvia (Valka).

DEFOL – the highest defoliation in the primary outbreak; SEKUNDĀRĀ – slight defoliation intensity in the secondary outbreak; KONTROLE – stands with no visible signs of defoliation.



2. attēls. Koksnes radiālā pieauguma vidējās vērtības kociem kontroles un priežu rūsganās zāglapsenes atskujotās audzēs Kurzēmē.

MIGLOTS – audzes primārajā savairošanās reģionā, kuras tika apstrādātas ar insekticīdu DIMILIN 2005.g. vasarā; NEMIGLOTS – apstrādātajām audzēm pieguļošās, sekundārās savairošanās skartās audzes, KONTROLE – audzes bez redzamām defoliācijas pazīmēm.

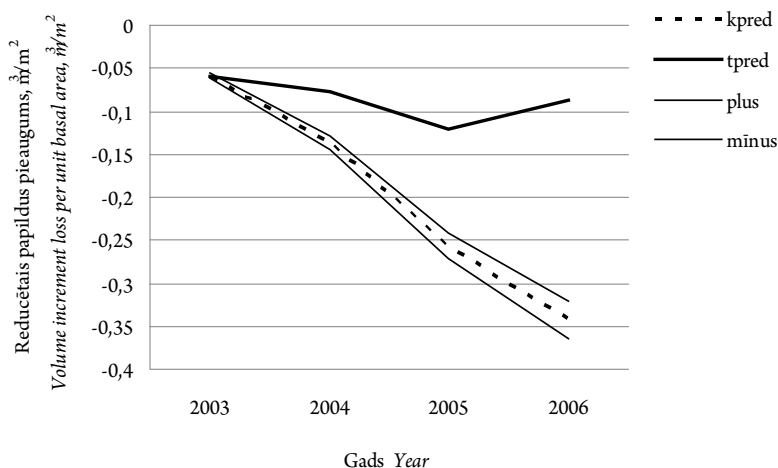
Figure 2. Average values for radial increment of pine sawfly defoliated and control stands in western Latvia (Kurzeme).

MIGLOTS - DIMILIN treated stands in the 2005 summer in the region of primary outbreak; NEMIGLOTS – adjoining stands with a high defoliation intensity; KONTROLE – stands with no visible signs of defoliation.

tikai 2004. gadā. Varam secināt, ka nozīmīga defoliācija bijusi arī 2003. gadā, tomēr tā grūti pamanāma, kamēr koku atskujošanās nepārsniedz 50%. Vēl 2006. gadā koksnes pieauguma samazināšanās, salīdzinot ar kontroli, bija 26%. Tas norāda, ka primārajā savairošanās reģionā 2006. gadā audzes pilnīgi vēl nebija atjaunojušās. Vidējā koksnes pieauguma samazināšanās 4 gadu garumā – no 2003. gada līdz 2006. gadam – bija 27%. Zāglapsenes savairošanās konkrētajā audzē beidzās 2005. gadā, tomēr samērā liels pieauguma kritums, salīdzinot ar kontroles audzi, novērots 2006. gadā un prognozēts arī 2007. gadā. Kokiem nepieciešami vēl vairāki gadi, lai pilnībā atjaunotu skujotni, enerģētiskās rezerves un atsāktos koksni ražojošs process.

Atšķirību kompensēšanai, ko radījuši

dažādi audžu vecumi un augšanas apstākļi, radiālie pieaugumi zāglapsenes ietekmētos parauglaukumos transformēti saistībā ar kontroles parauglaukumu vērtībām un izmantojot pakāpes regresijas vienādojumu. Salīdzinot primārās savairošanās skartās audzes Valkas rajonā ar kontroli, atrastas šādas sakarības: $y=1,2704x^{0,2952}$, $r=0,705$; starp sekundārajām audzēm un kontroli – $y=0,948x^{0,2892}$, $r=0,698$; starp miglotajām un kontroles audzēm Ventspils rajonā – $y=0,7685x^{0,3312}$, $r=0,746$; starp miglotajām audzēm pieguļošām audzēm un kontroli – $y=0,8109x^{0,4139}$, $r=0,705$. Visos gadījumos regresija ir būtiska un sakarības ciešas. Regresijas vienādojums izmantots no kaitējuma cietušo parauglaukumu koku radiālā pieauguma vērtību transformēšanai, lai iegūtu prognozētās vērtības, kādas tās būtu apstākļos



3. attēls. Priežu rūsganās zāglapsenes defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu primārās savairošanās reģionā Valkas rajonā.

Apzīmējumi: kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, tpred – reducētais krājas papildpieaugums; plus un minus – attiecīgi augšējā un apakšējā 95% ticamības robeža.

Figure 3. Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for Scots pine in the region of primary outbreak (north-east Latvia, Valka).

kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area; plus/minus – upper and lower credibility limit of 95%.

bez defoliācijas.

Analizējot zāglapsenes izraisīto defoliāciju pēc I. Liepas (1996) metodes, lielākais reducētā papildpieauguma kritums novērots 2005. gadā, kad audžu defoliācija sasniedza maksimumu. Četrus gadus pēc savairošanās sākuma (par savairošanās sākumu pieņemot 2003. gadu) kumulatīvais

reducētais papildpieaugums zāglapsenes primārās savairošanās reģionā Valkas rajonā bija $-0,343 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (skat. 2. tabulu vai 3. attēlu, *kpred*).

Priežu vainagi zāglapsenes primārās savairošanās skartajās mežaudzēs 2006. gadā pilnīgi vēl nebija atjaunojušies. Atsevišķu koku defoliācija joprojām pārsniedza 40 procentus,

2. tabula, Table 2

Priežu rūsganās zāglapsenes izraisītās defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu

primārās savairošanās reģionā Valkas rajonā

Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for Scots pine in the region of primary outbreak (north-est Latvia, Valka)

Gads Year	Kont.	N.s.	Trans	z(d) kp	d	d(t)	z(h)	h	z(h) kp	h(t)	z(v)kp	kpred	tpred
1992	1,15	1,3	1,32		21,9		0,32	17,1					
1993	1,02	1,24	1,28		22,2		0,30	17,4					
1994	0,99	1,21	1,27		22,4		0,30	17,7					
1995	0,88	1,29	1,22		22,7		0,32	18,0					
1996	0,82	1,28	1,20		23,0		0,32	18,3					
1997	0,86	1,25	1,21		23,3		0,31	18,6					
1998	0,57	1,05	1,08		23,5		0,26	18,9					
1999	0,75	1,16	1,17		23,8		0,29	19,2					
2000	0,64	1,07	1,11		24,0		0,27	19,4					
2001	0,75	1,14	1,17		24,2		0,28	19,7					
2002	0,72	1,2	1,15		24,5		0,30	20,0					
2003	0,71	0,93	1,15	-0,48	24,7	24,8	0,23	20,3	-0,05	20,3	-0,0028	-0,0590	-0,0590
2004	0,66	0,84	1,12	-1,11	24,9	25,0	0,21	20,5	-0,13	20,6	-0,0066	-0,1364	-0,0774
2005	0,47	0,58	1,02	-2,07	25,0	25,2	0,15	20,6	-0,24	20,8	-0,0126	-0,2565	-0,1201
2006	0,56	0,76	1,07	-2,75	25,2	25,5	0,19	20,8	-0,31	21,1	-0,0171	-0,3426	-0,0864

Apzīmējumi: Kont – vidējie gada radiālie pieaugumi kontroles audzē; N.s. vidējie gada radiālie pieaugumi atskujotā audzē; Trans – transformētās pieauguma vērtības; z(d)kp – audzes vidējā caurmēra kumulatīvais papildpieaugums, d – koku caurmēra vidējās vērtības, d(t) – prognozētais koku caurmērs, h – koku augstums, z(h)kp – audzes vidējā augstuma kumulatīvais papildpieaugums, h(t) – prognozētais augstums, z(v)kp – koka stumbra tilpuma papildpieaugums, kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, tpred - reducētais krājas papildpieaugums.

Kont – average radial increment per year in the control stand; N. s. – average radial increment per year in defoliated stand; Trans – transformed increment values; z(d)kp – cumulative increment for stand mean diameter; d – mean values for tree diameter; d(t) – predicted tree diameter; h – tree height; z(h)kp – cumulative increment of stand mean height; h(t) – predicted tree height; z(v)kp – cumulative increment for tree volume; kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area.

kaut arī 2005. gadā kodolpoliedrozes vīrusa dēļ zāglapsenes kāpuru mirstība bija masveida un 2006. gadā papildus atskujošanās netika novērota. Tas liek secināt, ka arī dažos turpmākajos gados zāglapsenes bojātajās mežaudzēs papildpieaugums būs negatīvs. Jau šobrīd konstatējams, ka zāglapsenes darbības izraisītā saražotās koksnes apjoma

samazināšanās ir būtiski kaitējusi meža īpašniekiem.

Sekundārās savairošanās reģionā intensīva defoliācija konstatēta tikai 2005. gadā. Līdz ar to būtisks (negatīvs) krājas papildpieaugums novērots arī tikai 2005. gadā. 2006. gadā pieauguma zudums bija lielāks nekā 2005. gadā, tomēr kumulatīvais

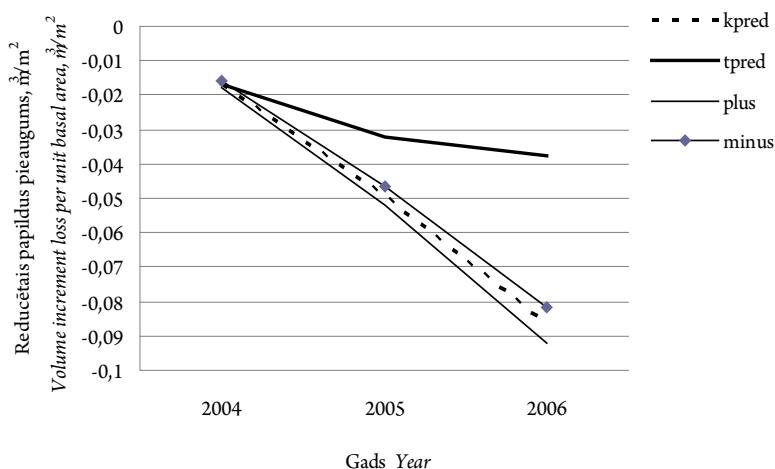
3. tabula, Table 3

Priežu rūsganās zāglapsenes izraisītās defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu sekundārās savairošanās reģionā Valkas rajonā
Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for Scots pine in the region of secondary outbreak (north-east Latvia, Valka)

Gads Year	Kont.	N.s.	Trans	z(d) kp	d	d(t)	z(h)	h	z(h) kp	h(t)	z(v)kp	kpred	tpred
1992	1,15	0,97	0,99		23,0		0,24	18,4					
1993	1,02	0,93	0,95		23,2		0,23	18,7					
1994	0,98	0,90	0,94		23,4		0,22	18,9					
1995	0,85	0,95	0,90		23,6		0,24	19,1					
1996	0,77	0,90	0,88		23,8		0,23	19,4					
1997	0,88	0,96	0,91		24,0		0,24	19,6					
1998	0,57	0,77	0,81		24,2		0,19	19,8					
1999	0,76	0,92	0,88		24,4		0,23	20,0					
2000	0,65	0,87	0,84		24,6		0,22	20,2					
2001	0,76	0,86	0,88		24,8		0,22	20,5					
2002	0,68	0,82	0,85		25,0		0,21	20,7					
2003	0,69	0,83	0,85		25,2		0,21	20,9					
2004	0,61	0,76	0,82	-0,14	25,3	25,3	0,19	21,1	-0,02	21,1	-0,00085	-0,01691	-0,01691
2005	0,44	0,63	0,75	-0,40	25,5	25,5	0,16	21,2	-0,05	21,3	-0,00251	-0,04926	-0,03234
2006	0,50	0,64	0,78	-0,70	25,6	25,7	0,16	21,4	-0,08	21,5	-0,00447	-0,08676	-0,0375

Apzīmējumi: Kont – vidējie gada radiālie pieaugumi kontroles audzē; N.s. vidējie gada radiālie pieaugumi atskujotā audzē; Trans – transformētās pieauguma vērtības; z(d)kp – audzes vidējā caurmēra kumulatīvais papildpieaugums, d – koku caurmēra vidējās vērtības, d(t) – prognozētais koku caurmērs, h – koku augstums, z(h)kp – audzes vidējā augstuma kumulatīvais papildpieaugums, h(t) – prognozētais augstums, z(v)kp – koka stumbra tilpuma papildpieaugums, kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, tpred – reducētais krājas papildpieaugums.

Kont – average radial increment per year in the control stand; N. s. – average radial increment per year in defoliated stand; Trans – transformed increment values; z(d)kp – cumulative increment for stand mean diameter; d – mean values for tree diameter; d(t) – predicted tree diameter; h – tree height; z(h)kp – cumulative increment of stand mean height; h(t) – predicted tree height; z(v)kp – cumulative increment for tree volume; kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area.



4. attēls. Priežu rūsganās zāglapsenes defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu sekundārās savairošanās reģionā Valkas rajonā.

Apzīmējumi: kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, tpred – reducētais krājas papildpieaugums; plus un minus – attiecīgi augšējā un apakšējā 95% ticamības robeža.

Figure 4. Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for Scots pine in the region of secondary outbreak (north-east Latvia, Valka).

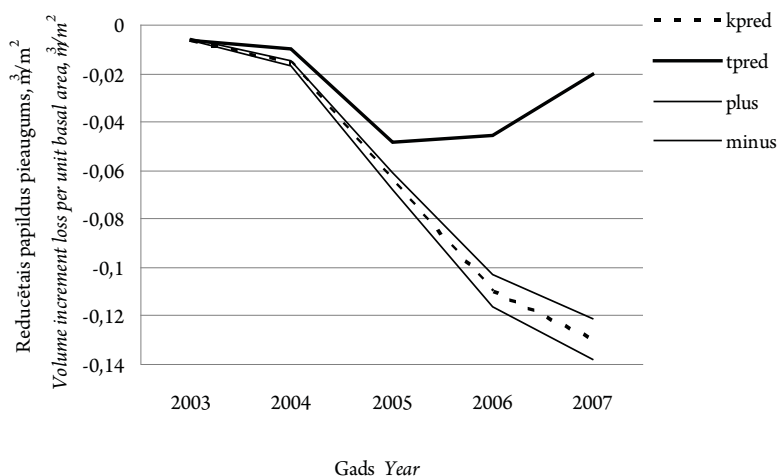
kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area; plus/minus – upper and lower credibility limit of 95%.

reducētais (negatīvais) papildpieaugums 3 gadu laikā sekundārās savairošanās ligzdās Valkas rajonā bija tikai $-0,087 \text{ m}^3/\text{m}^2$, kas ir 4 reizes mazāks par pieauguma samazināšanos primārajā savairošanās reģionā (3. tabula, 4. attēls).

Ventspils rajonā ar DIMILIN apstrādātajās audzēs 2003. gadā pieauguma zudumi nav konstatēti un 4 gadu laikā bijuši $-0,130 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Salīdzinot pieauguma zudumus audzēs, kur 2005. gadā pielietots DIMILIN, ar audzēm, kurām defoliācijas intensitāte bijusi līdzīga, bet kuras netika apstrādātas ar insekticīdiem (primārās savairošanās ligzdas Valkas rajonā), redzam, ka pieauguma zudumi kontroles platībā 4 gadu laikā (2004.-2007.g.g.) ir trīs reizes lielāki (4. tabula, 5. attēls).

Nedaudz lielāki pieauguma zudumi novēroti tajās audzēs, kas robežojas ar DIMILIN apstrādātajām. Tomēr ņemot vērā, ka šajās audzēs defoliācijas intensitāte bijusi ievērojami zemāka salīdzinājumā ar primārās savairošanās reģionu, kur tika lietots insekticīds, varam secināt, ka audžu apstrāde ar DIMILIN ir ievērojami samazinājusi zāglapsenes negatīvo ietekmi uz koksnes pieaugumu. Audzēm, kas robežojas ar DIMILIN apstrādātajām, kumulatīvais reducētais papildpieaugums četrus gadus laikā bija $-0,166 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (5. tabula, 6. attēls). Kā redzams, 2004. gadā pieauguma zudumi bijuši minimāli un jau 2007. gadā reducētais tekošais papildpieaugums ir $0,01$, tātad audze ir pilnīgi atveseļojusies.

Defoliācijas ietekme uz audžu



5. attēls. Priežu rūsganās zāglapsenes defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu zāglapsenes primārās savairošanās skartajās audzēs, ar DIMILIN apstrādātajās audzēs Ventspils rajonā.

Apzīmējumi: kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, tpred – reducētais krājas papildpieaugums; plus un minus – attiecīgi augšējā un apakšējā 95% ticamības robeža.

Figure 5. Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for DIMILIN treated Scots pine stands in the region of primary outbreak (western Latvia, Ventspils).

kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area; plus/minus – upper and lower credibility limit of 95%.

4. tabula, Table 4

Priežu rūsganās zāglapsenes izraisītās defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu zāglapsenes primārās savairošanās skartajās audzēs, ar DIMILIN apstrādātajās audzēs Ventspils rajonā

Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for DIMILIN treated Scots pine stands in the region of primary outbreak (western Latvia, Ventspils)

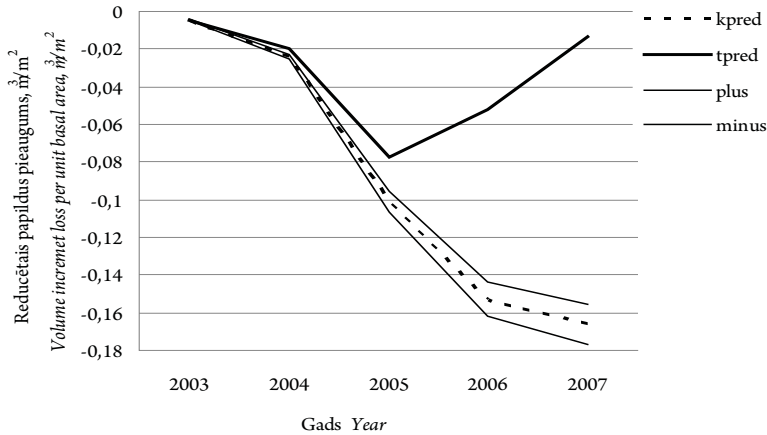
Gads Year	Kont.	N.s.	Trans	z(d) kp	d	d(t)	z(h)	h	z(h) kp	h(t)	z(v)kp	kpred	tpred
1992	0,59	0,69	0,64		24,3		0,15	17,7					
1993	0,66	0,66	0,67		24,4		0,15	17,9					
1994	0,64	0,65	0,66		24,6		0,15	18,0					
1995	0,94	0,8	0,75		24,7		0,18	18,2					
1996	0,98	0,78	0,76		24,9		0,18	18,4					
1997	1,09	0,75	0,79		25,1		0,17	18,5					
1998	0,94	0,7	0,75		25,2		0,16	18,7					
1999	0,99	0,73	0,77		25,4		0,16	18,8					
2000	1,12	0,81	0,80		25,6		0,18	19,0					

4. tabula (turpinājums), Table 4 (continued)

Gads Year	Kont.	N.s.	Trans	z(d) kp	d	d(t)	z(h)	h	z(h) kp	h(t)	z(v)kp	kpred	tpred
2001	1,03	0,83	0,78		25,8		0,19	19,2					
2002	1,05	0,79	0,78		25,9		0,18	19,4					
2003	0,84	0,7	0,72	-0,06	26,1	26,1	0,16	19,6	-0,01	19,6	-0,00033	-0,00614	-0,00614
2004	0,89	0,7	0,74	-0,14	26,2	26,3	0,16	19,7	-0,01	19,7	-0,00085	-0,01575	-0,00961
2005	0,71	0,49	0,69	-0,57	26,4	26,4	0,11	19,8	-0,06	19,9	-0,0035	-0,06416	-0,04842
2006	0,67	0,49	0,67	-0,98	26,5	26,6	0,11	19,9	-0,10	20,0	-0,00603	-0,10959	-0,04543
2007	0,79	0,63	0,71	-1,15	26,6	26,7	0,14	20,08	-0,12	20,2	-0,00721	-0,12974	-0,02015

Apzīmējumi: Kont – vidējie gada radiālie pieaugumi kontroles audzē; N.s. – vidējie gada radiālie pieaugumi atskujotā audzē; Trans – transformētās pieauguma vērtības; z(d)kp – audzes vidējā caurmēra kumulatīvais papildpieaugums, d – koku caurmēra vidējās vērtības, d(t) – prognozētais koku caurmērs, h – koku augstums, z(h)kp – audzes vidējā augstuma kumulatīvais papildpieaugums, h(t) – prognozētais augstums, z(v)kp – koka stumbra tilpuma papildpieaugums, kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, tpred – reducētais krājas papildpieaugums.

Kont – average radial increment per year in the control stand; N. s. – average radial increment per year in defoliated stand; Trans – transformed increment values; z(d)kp – cumulative increment for stand mean diameter; d – mean values for tree diameter; d(t) – predicted tree diameter; h – tree height; z(h)kp – cumulative increment of stand mean height; h(t) – predicted tree height; z(v)kp – cumulative increment for tree volume; kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area.



6. attēls. Priežu rūsganās zāglapsenes defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu audzēs, kas robežojas ar DIMILIN apstrādātajām audzēm Ventspils rajonā.

Apzīmējumi: kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildus pieaugums, tpred – reducētais krājas papildus pieaugums; plus un minus – attiecīgi augšējā un apakšējā 95% ticamības robeža.

Figure 6. Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for Scots pine stands adjoining the DIMILIN treated ones (western Latvia, Ventspils).

kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area; plus/minus – upper and lower credibility limit of 95%.

5. tabula, Table 5

Priežu rūsganās zāglapsenes izraisītās defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu audzēs, kas robežojas ar DIMILIN apstrādātajām audzēm Ventspils rajonā

Effect of European pine sawfly defoliation on wood increment for Scots pine stands adjoining the DIMILIN treated ones (western Latvia, Ventspils)

Gads Year	Kont.	N.s.	Trans	z(d) kp	d	d(t)	z(h)	h	z(h) kp	h(t)	z(v)kp	kpred	tpred
1992	0,58	0,67	0,65		21,3		0,18	18,1					
1993	0,65	0,72	0,68		21,4		0,19	18,3					
1994	0,64	0,69	0,67		21,6		0,19	18,5					
1995	0,96	0,86	0,80		21,8		0,23	18,7					
1996	1,03	0,87	0,82		22,0		0,23	19,0					
1997	1,14	0,84	0,86		22,1		0,23	19,2					
1998	0,92	0,70	0,78		22,3		0,19	19,4					
1999	0,96	0,72	0,80		22,5		0,19	19,6					
2000	1,05	0,80	0,83		22,6		0,22	19,8					
2001	0,97	0,85	0,80		22,8		0,23	20,0					
2002	1,06	0,85	0,83		23,0		0,23	20,2					
2003	0,86	0,75	0,76	-0,03	23,2	23,2	0,20	20,4	0,00	20,5	-0,00019	-0,00444	-0,00444
2004	0,89	0,71	0,77	-0,18	23,3	23,3	0,19	20,6	-0,02	20,7	-0,00102	-0,02379	-0,01935
2005	0,73	0,45	0,71	-0,76	23,4	23,5	0,12	20,8	-0,09	20,9	-0,00436	-0,10121	-0,07742
2006	0,68	0,52	0,69	-1,14	23,5	23,7	0,14	20,9	-0,14	21,0	-0,00666	-0,15306	-0,05185
2007	0,82	0,70	0,75	-1,24	23,7	23,8	0,19	21,1	-0,15	21,3	-0,00733	-0,16611	-0,01305

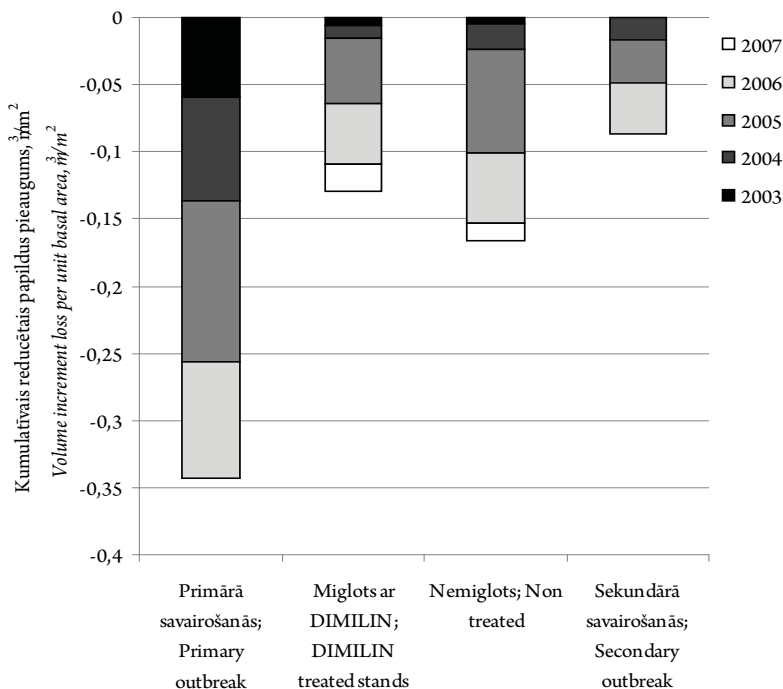
Apzīmējumi: Kont – vidējie gada radiālie pieaugumi kontroles audzē; N.s. vidējie gada radiālie pieaugumi atskujotā audzē; Trans – transformētās pieauguma vērtības; z(d)kp – audzes vidējā caurmēra kumulatīvais papildpieaugums, d – koku caurmēra vidējās vērtības, d(t) – prognozētais koku caurmērs, h – koku augstums, z(h)kp – audzes vidējā augstuma kumulatīvais papildpieaugums, h(t) – prognozētais augstums, z(v)kp – koka stumbra tilpuma papildpieaugums, kpred – kumulatīvais reducētais krājas papildpieaugums, tpred – reducētais krājas papildpieaugums.

Kont – average radial increment per year in the control stand; N. s. – average radial increment per year in defoliated stand; Trans – transformed increment values; z(d)kp – cumulative increment for stand mean diameter; d – mean values for tree diameter; d(t) – predicted tree diameter; h – tree height; z(h)kp – cumulative increment of stand mean height; h(t) – predicted tree height; z(v)kp – cumulative increment for tree volume; kpred – cumulative volume increment loss per unit of stand basal area; tpred – volume increment loss per unit of stand basal area.

papildpieaugumu primārajā savairošanās reģionā ir vairākkārt stiprāka nekā sekundārajās savairošanās ligzdās (7. attēls).

Kumulatīvais reducētais papildpieaugums dod iespēju izvērtēt ekonomiskos zudumus, jo viegli pārvēršams uz 1 ha zaudētos koksnes kubmetros. To reizinot ar

audzes šķērslaukumu, iegūstam pieauguma zudumus (m³) laika posmā, kad izpaudusies kaitēkļa darbības ietekme. Zāglapsenes bojātajās mežaudzēs koku vainagi pilnīgi vēl nav atjaunojušies. Tomēr jaunās skujas fizioloģiski ir daudz aktīvākas nekā vecās un, iespējams, daļēji kompensē veco skuju



7. attēls. Priežu rūsganās zāglapsenes defoliācijas ietekme uz priežu papildpieaugumu saistībā ar defoliācijas intensitāti.

Primārā savairošanās – *N.sertifer* primārās savairošanās skartās audzes Valkas rajonā; primārā savairošanās, miglots ar Dimilin - *N.sertifer* primārās savairošanās skartās audzes Ventspils rajonā, kuras 2005.gadā apstrādātas ar DIMILIN; nemiglota – ar DIMILIN apstrādātajām platībām pieguļošās platības, zāglapsenes sekundārās savairošanās skartās audzes; sekundārā savairošanās – audzes Valkas rajonā, kur novērota mazas intensitātes defoliācija (sekundārās savairošanās reģions).

Figure 7. Effect of European pine sawfly defoliation on volume increment per unit of stand basal area for Scots pine stands depending on defoliation intensity. Primary outbreak – *N. sertifer* affected stands (north-east Latvia, Valka).

Primary outbreak, DIMILIN treated stands – *N.sertifer* affected stands, DIMILIN treated in 2005; non-treated – stands adjoining the DIMILIN treated ones; secondary outbreak – low intensity stand defoliation (north-east Latvia, Valka).

trūkumu. Pēc reducētā papildpieauguma liknēm varam secināt, ka turpmāka koksnes pieauguma samazināšanās 2008. gadā primārās un sekundārās zāglapsenes savairošanās reģionos nav gaidāma. Ekstrapolējot rezultātus, prognozēts, ka primārajā priežu rūsganās zāglapsenes savairošanās reģionā Valkas rajonā 2007. gadā tekošais reducētais

pieaugums bijis $-0,06 \text{ m}^3/\text{m}^2$, tādējādi kopējā kaitēkļa ietekmes palielināšanās laika posmā no 2003. gada līdz 2007. gadam bijusi līdz $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Tas nozīmē, ka kopējie krājas zudumi varētu pārsniegt $10 \text{ m}^3/\text{ha}$. Literatūrā minēts, ka priežu rūsganās zāglapsenes ietekmē defoliācija var izraisīt vidēji 30% pieauguma samazināšanos gadā 9 gadu garumā

(Austrā *et al.*, 1987), tomēr Latvijā novērotā savairošanās ir atstājusi ievērojami mazākas sekas. Salīdzināšanai atzīmējams, ka balzāma balteglei *Choristoneura fumiferana* (Clem.) kaitēkļa savairošanās rezultātā koku defoliācija sasniegusi 84%, bet savairošanās beigās pieauguma zudumi bijuši 90-92% apmērā un kopējais krājas pieauguma zudums – 54,1 m³/ha (Piene *et al.*, 2003).

Koku reakcija uz dažādu kaitēkļu izraisītu defoliāciju ir ļoti atšķirīga. Pat radniecīgi tuvu sugu, kā priežu rūsganā zāglapsene un priežu parastā zāglapsene (*Diprion pini* L), ietekme uz priedi ir stipri dažāda. Koksnes papildpieaugumu un koku bojāeju daudz būtiskāk ietekmē priežu parastās

zāglapsenes izraisītā defoliācija (Lyytikäinen-Saarenmaa, Tomppo, 2002).

Literatūrā minēts, ka priežu audžu defoliācija divus gadus pēc kārtas var izraisīt augstu koku bojāeju un galotņu kalšanu (Cedervind, Långström, 2003).

Zāglapsenes primārās savairošanās skartajās audzēs daļēja defoliācija bija vērojama 2003. gadā, bet tās stipri tika bojātas 2004. gadā un arī 2005. gadā; 2005. gadā miglotajās audzēs koku vainagi vēl pilnīgi nav atjaunojušies. Priežu rūsganās zāglapsenes darbības sekas joprojām ir labi redzamas. Līdz ar to prognozējams, ka šajās audzēs koku bojāeja būs ievērojama. Tomēr, apsekojot audzes Ventspils

6. tabula, Table 6

Svaigi kaltušo priežu daudzums priežu rūsganās zāglapsenes stipri bojātās 2005. gada vasarā ar insekticīdu DIMILAN 80WG apstrādātās audzēs Ventspils rajonā

Amount of recently dead pines in N. sertifer heavily damaged stands treated by DIMILIN 80WG in the 2005 summer (western Latvia, Ventspils)

Parauglaukumi Sample plots	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kopā Total
Koku skaits Number of trees	78	83	81	79	90	87	84	77	89	78	826
Nokaltuši Number of dead trees	1	2	0	0	3	0	2	0	3	1	12
%	1,3	2,4	0,0	0,0	3,3	0,0	2,4	0,0	3,4	1,3	1,5

7. tabula, Table 7

Svaigi kaltušo priežu daudzums kontroles audzēs Ventspils rajonā

Amount of recently dead pines in the control stands (western Latvia, Ventspils)

Parauglaukumi Sample plots	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kopā Total
Koku skaits Number of trees	73	81	77	78	89	84	96	81	86	88	833
Nokaltuši Number of dead trees	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
%	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,2

8. tabula, Table 8

Svaigi kaltošo priežu daudzums priežu rūsganās zāglapsenes primārajā
savairošanās reģionā Ventspils rajonā

*Amount of recently dead pines in N. sertifer affected stands in the region
of primary outburst (western Latvia, Ventspils)*

Parauglaukumi Sample plots	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kopā Total
Koku skaits Number of trees	51	57	54	54	51	51	60	51	54	57	540
Nokaltuši Number of dead trees	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
%	0	0	0	0	0	1,96	0	0	0	0	0,19

9. tabula, Table 9

Svaigi kaltošo priežu daudzums kontroles audzē Ventspils rajonā
Amount of recently dead of pines in the control stands (western Latvia, Ventspils)

Parauglaukumi Sample plots	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kopā Total
Koku skaits Number of trees	51	60	60	57	57	60	57	51	54	54	561
Nokaltuši Number of dead trees	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
%	0	0	0	0	0	1,67	0	0	0	0	0,18

rajona miglotajā teritorijā, atrasti tikai atsevišķi pēdējo 2 gadu laikā nokaltuši koki (6. tabula), kas sastāda 1,5%. Kontrolē kaltošo koku bija tikai 0,2%, ko var uzskatīt kā dabisko atmirumu. Lai arī atšķirības statistiski ir būtiskas, 1,5% atmirums pēc vairākus gadus ilgstošas kaitēkļa savairošanās ir ļoti neliels. Iespējams, ka audžu apstrāde ar insekticīdiem ir mazinājusi zāglapsenes negatīvo ietekmi un tādēļ koki nav kaltoši. Tomēr, audžu apsekošana Valkas rajona primārās savairošanās reģionā, liecina, ka priežu rūsganās zāglapsenes kaitējums koku izdzīvošanu būtiski nav ietekmējis: atskujotajās audzēs konstatēts tikai 1 nokaltis

koks no 540 transektos novērtētajiem kokiem (0,19%) (8. tabula), kas pieskaitāms dabiskajam atmirumam, kāds tika konstatēts kontroles audzēs (9. tabula).

Galvenais šo koku kalšanas cēlonis ir sekundāro stumbra kaitēkļu darbība vairāk atskujotajos kokos. No stumbra kaitēkļiem konstatēti *Pisodes spp* (galvenokārt *Pisodes piniphilus*) un abas lūksngraužu sugas – *Tomicus piniperda* un *T. minor*.

Defoliācija priežu sprīžotāja (*Bupalus piniarius* L.) darbības ietekmē Zviedrijā izraisījusi koku bojāeju līdz pat 25% (Cedervind, Långström, 2003). Atšķirībā no priežu sprīžotāja, kas priežu audzes atskujo vēl rudenī, priežu rūsganās

zāglapsenes izraisītā lielākā defoliācija sākas jau vasaras vidū, kad koki vēl nav uzkrājuši barības rezerves nākamajam pavasarim un, acīmredzot, varētu būt vairāk pakļauti defoliācijas negatīvajai ietekmei. Tomēr šie rezultāti liecina par pretējo – pat kaitēkļa stipri ietekmētajās audzēs koku bojāeja bijusi niecīga.

Galvenais koku kalšanas cēlonis skujgraužu bojātajās audzēs ir sekundāro stumbra kaitēkļu uzbrukums novājinātajiem kokiem (Cedervind *et al.*, 2003). Zāglapsenes primārās savairošanās reģionā priežu lūksngraužu (*Tomicus spp.*) blīvums bija neliels: tie savairojas degumu platībās vai arī vietās, kur lielos apjomos tiek uzglabāti kokmateriāli. Turklāt zāglapsenes izraisītā defoliācija ir nevienmērīga. Neraugoties uz iepriekš minēto, ievērojama ir koku vitalitāte, kas jāņem vērā, plānojot aizsardzības

pasākumus pret priežu rūsgano zāglapseni. Nedaudz lielāka koku kalšana Ventspils reģionā skaidrojama ar to, ka tur audzes, salīdzinājumā ar Valkas rajonu, bija jaunākas. Skuju-lapu grauzēju kaitēkļu izraisītā defoliācija, ietekmējot koku vispārējo veselību, var radīt arī netiešus zaudējumus. Tā, piemēram, defoliācijas skartās audzēs var palielināties koku uztņēmība pret sakņu/stumbra trupi (Shortle, Ostropsky, 2007).

Kopumā var secināt, ka priežu rūsganās zāglapsenes savairošanās izraisītā defoliācija atstāj ļoti nozīmīgu ietekmi uz audzes krājas papildpieaugumu vēl vairākus gadus pēc atskujošānās, tomēr nelielā koku bojāeja pat stipri cietušās audzēs liecina par priežu rūsganās zāglapsenes savairošanās izraisītās defoliācijas salīdzinoši nelielo ietekmi uz audžu veselību.

Secinājumi

1. Būtiska koku bojāeja zāglapsenes atskujotās audzēs nav konstatēta. Valkas rajonā gan atskujotās, gan kontroles audzēs tika atrasts tikai 1 svaigi kaltis koks 10 uzskaites transektos. Ventspils rajonā koku bojāeja bija tikai nedaudz augstāka: 1,5% primārajā savairošanās reģionā un 0,2% kontroles audzēs.
2. Priežu rūsganās zāglapsenes izraisītā priežu audžu defoliācija būtiski ietekmē koksnes radiālo pieaugumu. Koksnes pieauguma samazināšanās novērota jau gadu pirms masu savairošanās konstatēšanas un liek secināt, ka arī daļēja vainagu defoliācija 2003.gadā Valkas rajona primārās savairošanās reģionā atstājusi būtisku ietekmi uz koksnes pieaugumu.
3. Primārajos savairošanās reģionos lielākā koksnes pieauguma samazināšanās bija vērojama 2005. gadā, kad zāglapsene skaitliski sasniedza savu maksimumu, bet sekundārajā savairošanās reģionā Valkas rajonā – novērota 2006. gadā.
4. Kumulatīvais reducētais papildpieaugums laikā no 2003. gada līdz 2006. gadam Valkas rajona vairāk bojātajās audzēs sasniedza $-0,343 \text{ m}^3/\text{m}^2$, bet ar DIMILIN apstrādātajās – $-0,130 \text{ m}^3/\text{m}^2$.
5. Kumulatīvais reducētais papildpieaugums zāglapsenes sekundārās savairošanās reģionos konstatēts Valkā (maza defoliācijas intensitāte) $-0,087 \text{ m}^3/\text{m}^2$ un Ventspils rajonā $-0,166 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Pateicības: izsakām pateicību Ziemeļvidzemes virsmežniecības meža aizsardzības inženierim Vasilijam Kolačam par palīdzību lauku darbu veikšanā un akciju sabiedrībai "Latvijas valsts meži", kas finansēja šī projekta izpildi.

Literatūra

- Austrå Ø., Orlund A., Svendsrud A., Veidahl A.** (1987) Growth loss and economic consequences following two years defoliation of *Pinus sylvestris* by the pine sawfly *Neodiprion sertifer* in West-Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **2**, 111-119.
- Anderbrant O., Löfquist J., Högberg H.-E., Hedenström E.** (1995) Development of mating disruption for control of pine sawfly populations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **74**, 83-90.
- Barbosa P., Schultz J.C.** (eds.) (1987) *Insect Outbreaks*. Academic Press, London.
- Cappuccino, N., Price P.W.** (eds.) (1995) *Population Dynamics: New Approaches and Synthesis*. Academic Press, London.
- Cedervind, J., Pettersson M., Långström B.** (2003) Attack dynamics of the pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Col.; Scolytinae) in Scots pine stands defoliated by *Bupalus piniaria* (Lep.; Geometridae). *Agricultural and Forest Entomology*, **5**, 253-261.
- Cedervind, J., Långström B.** (2003) Tree mortality, foliage recovery and top-kill in stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*) subsequent to defoliation by the pine looper (*Bupalus piniaria*). *Scandinavian Journal of Forest research*, **18**, 505-513.
- Fajvan M., Rentch J., Gottschalk K.** (2008) The effects of thinning and gypsy moth defoliation on wood volume growth in oaks. *Trees*, **22**, 257-268.
- Greathead D.** (1986) Parasitoids in classical biological control. In J. Waage, D. Greathead (eds) *Insect Parasitoids*. pp. 287-318, Academic Press, London.
- Griffiths K.J.** (1959) Observations on the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoffr.), and its parasites in Southern Ontario. *Canadian Entomologist*, **91**, 501-512.
- Hanski I.** (1987) Pine sawfly population dynamics: patterns, processes, problems. *Oikos* **50**, 327-335.
- Juutinen P.** (1967) Zur Bionomie und zum Vorkommen der Roten Kiefernbuschhorn-blattwespe (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) in Finland in den Jahren 1959-65. *Communicationes instituti forestalis fenniae*, **63.5.**, 129 pp.
- Kolomiets N.G., Stadnitskii G.V., Vorontzov A.I.** (1979) *The European Pine Sawfly*. Amerind Publishing Co, Pvt. Ltd., New Deli.
- Långström B., Annala E., Hellquist C., Varama M., Niemelä P.** (2001) Tree mortality needle biomass recovery and growth losses in Scots pine following defoliation by *Diprion pini* and subsequent attack by *Tomicus piniperda*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **16**, 342-353.
- Larsson S., Tenow O.** (1984) Areal distribution of a *Neodiprion sertifer* (Hym., Diprionidae) outbreak on Scots pine as related to stand condition. *Holarctic Ecology*, **7**, 21-90.
- Liepa I.** (1996) *Pieauguma mācība*. LLU, Jelgava, 123 lpp.

- Lyytikäinen-Saarenmaa P., Tomppo E.** (2002). Impact of sawfly defoliation on growth of Scots pine *Pinus sylvestris* (Pinaceae) and associated economic losses. *Bulletin of entomological research*, **92**, 137-140.
- Martini A., Baldassari N., Baronio P., Anderbrant O., Hedenström E., Högborg H.-E., Rocchetta G.** (2002) Mating disruption of the pine sawfly *Neodiprion sertifer* (Hymenoptera: Diprionidae) in isolated pine stands. *Agricultural and Forest Entomology*, **4**, 195-201.
- McCullough D.G., Marshall L.D., Buss L.J., Kouki J.** (1996) Relating jack pine budworm damage to stand inventory variables in northern Michigan. *Canadian Journal of Forest Research*, **26**, 2180-2190.
- Östrand F., Wedding R., Jirle E., Anderbrant O.** (1999) Effect of mating disruption on reproductive behaviour in the European Pine Sawfly, *Neodiprion sertifer*, (Hymenoptera: Diprionidae). *Journal of Insect Behaviour*, **12**, 233-243.
- Ozols G.** (1985) Priedes un egles dendrofāģie kukaiņi Latvijas mežos. Rīga: Zvaigzne, 208 lpp.
- Piene H., MacLean D.A., Landry M.** (2003) Spruce budworm defoliation and growth loss in young balsam fir: relationships between volume growth and foliage weight in spaced and unspaced, defoliated and protected stands. *Forest Ecology and Management*, **179**, 37-53.
- Shortle W.C., Ostroposky A.** (2007) Decay susceptibility of wood in defoliated fir trees related to changing physical, chemical, and biological properties. *European Journal of Forest Pathology*, **13**, 1-11.
- Šmits A., Johansson E., Cougala D.** (1996) Population dynamics of European pine sawfly *Neodiprion sertifer* (Fourcroy) (Hym., Diprionidae). *Baltic Forestry*, **2**, 32-37.
- Straw N.A.** (1996) The impact of the pine looper moth, *Bupalus piniarius* L. (Lepidoptera; Geometridae) on the growth of Scots pine in Tentsmuir forest Scotland. *Forest Ecology and Management*, **87**, 209-232.
- Wagner M.R., McCullough D., Di Matello J.** (1986) Life history of *Neodiprion fulviceps* (Cresson), a ponderosa pine feeding sawfly (Hymenoptera: Diprionidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, **88**, 221-226.
- Way M.J., H.F. van Emden** (2000) Integrated pest management in practice – pathways towards successful application. *Crop protection* **19**, 81-103.
- Wickman B.E.** (1978) Tree mortality and top-kill related to defoliation by the Douglas-fir tussock moth in the Blue Mountain outbreak. *USDA Forest Service Research Paper*. PNW-233.
- Заринь И.А., Аугсткалнись М.П.** (1976) Эффективность применения вируса ядерного полиендроза против рыжего соснового пилильщика. *Защита хвойных в Латвийской ССР*. Рига, Зинатне, 64-72ю
- Заринь И.А., Ритума И.А.** (1973) Предварительная оценка вируса ядерного полиендроза рыжего соснового пилильщика. *Защита леса*. Рига, Зинатне, с. 68-72.
- Зубкова Т.И., Шафронов А.Н.** (1988) Применение пиретроидов в насаждениях. *Лесное Хозяйство*, **11**, 52-53.