



ZINĀTNISKI INFORMATĪVS MATERIĀLS

MATERIĀLA NOSAUKUMS:

Meža autoceļu būvniecības un meža meliorācijas sistēmu atjaunošanas pozitīvie vides aspekti

IZPILDĪTĀJS:

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PASŪTĪTĀJS:

AKCIJU SABIEDRĪBA “LATVIJAS valsts meži”

Līguma Nr.

5-5.9_000b_230_18_1

MATERIĀLU SAGATAVOJA:

Dr. Zane Lībiete, LVMI Silava vadošā pētniece

Salaspils, 2018

Saturs

Ievads	3
Meža autoceļu būvniecība	4
Koridora funkcija un fragmentācija.....	5
Bioloģiskā daudzveidība.....	6
Meža apsaimniekošanas nodrošināšana.....	7
Rekreācija un nekoksnes resursu ieguve	7
Netiešā ietekme uz ūdeni un augsni	7
Kopsavilkums	8
Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana	9
Mežaudžu ražības saglabāšana	9
Bioloģiskā daudzveidība.....	10
Ūdens kvalitāte	11
Meža apsaimniekošanas nodrošināšana.....	11
Rekreācija un nekoksnes resursu ieguve	12
Kopsavilkums	12
Literatūra	13

Ievads

Šī materiāla mērķis ir apkopot un pamatot tos meža ceļu būves un meža meliorācijas sistēmu renovācijas aspektus, kuriem varētu būt pozitīva ietekme uz vidi, meža ekosistēmu funkcijām un meža nodrošinātajiem ekosistēmu pakalpojumiem. Jēdziens "vide" šajā gadījumā tiek saprasts kā dabas, antropogēno un sociālo faktoru kopums (Vides aizsardzības likums, 2006).

Latvijā meža nozarei ir svarīga tautsaimnieciska nozīme, un koksne ir ļoti nozīmīgs atjaunojams resurss. Nenoliedzot faktu, ka meža infrastruktūras izbūve un renovācija ir nozīmīga iejaukšanās ekosistēmas procesos, jāuzsver, ka meža infrastruktūras attīstīšana un uzturēšana labā kārtībā ir nozīmīgs faktors, kas ne vien nodrošina pieeju koksnes resursiem, bet arī padara iespējamu meža atjaunošanu, kopšanu, apsardzību un aizsardzību, nodrošina piekļuvi nekoksnes resursiem (ogām, sēnēm u.c.), kā arī padara iespējamu iedzīvotāju atpūtu mežā.

AS LVM katram meža nogabalam ir definēts apsaimniekošanas mērķis atbilstoši piecām kategorijām: 1) DA (dabas aizsardzība) - bioloģiskās daudzveidības saglabāšana, neiejaucoties; 2) DS (dabas aizsardzība ar apsaimniekošanu) - bioloģiskās daudzveidības saglabāšana ar nebūtisku koksnes ieguvu; 3) KV (koksnes ražošana ar vides aizsardzību un rekreāciju) - koksnes ražošana ar papildus nosacījumiem vides aizsardzībai un rekreācijai; 4) KR (koksnes ražošana) - koksnes ražošana; 5) N (nenoteikts) - meži, kuru apsaimniekošanas mērķis šobrīd nenoteikts produktivitātes, pieejamības, u.c. iemeslu dēļ. Meža autoceļu būve un meliorācijas sistēmu atjaunošana pamatā ietekmē teritorijas, kas atbilst kategorijai KV (koksnes ražošana ar papildus nosacījumiem vides aizsardzībai un rekreācijai; atkarībā no mežsaimniecības šādu teritoriju īpatsvars svārstās no 9.2% līdz 18%) un kategorijai KR (koksnes ražošana; atkarībā no mežsaimniecības šādu teritoriju īpatsvars svārstās no 63% līdz 75.9%).

Meža ceļu izbūve ir saistīta ar nozīmīgām pārmaiņām ainavā un jaunu struktūru izveidošanu. Meliorācijas sistēmu renovācija tiek veikta, lai saglabātu meža ekosistēmai labvēlīgus hidroloģiskos apstākļus (lai gan, protams, jaunas struktūras tiek veidotas arī šajā gadījumā). Globāli raugoties, meža nosusināšana arī tiek pielietota daudz mazākos mērogos nekā ceļu būve. Visticamāk, šo iemeslu dēļ par meža autoceļu ietekmi ir pieejams ievērojami lielāks zinātniskās literatūras apjoms nekā par meliorācijas sistēmu renovācijas ietekmi.

Meža autoceļu būvniecība

Lugo un Gucinski (2000) akcentē, ka zinātniskajā literatūrā pārliecinoši dominējošais viedoklis par meža ceļu viennozīmīgi negatīvo ekoloģisko ietekmi ir veidojies, apkopojot informāciju no dažādām pasaules daļām un pieņemot, ka visi negatīvās ietekmes aspekti noteikti iestāsies neatkarīgi no ekoloģiskajiem apstākļiem, ceļu izmantošanas intensitātes, pielietotajiem inženiertehniskajiem risinājumiem un ceļu dizaina. Ceļu pozitīvās ietekmes aspekti ir grūtāk pierādāmi, jo parasti tie neiestājas uzreiz.

Minētie autori piedāvā autoceļus meža ainavā vērtēt kā ekosistēmas (vai tehno-ekosistēmas), savu piedāvājumu pamatojot ar to, ka ceļi telpiskā nozīmē aizņem vietu vidē (atbilstoši Hall et al. 1992, aprakstītajai pieejai), tiem ir sava struktūra, tie uztur dzīvus organismus, starp tiem un citām ekosistēmām notiek vielu un enerģijas apmaiņa, kā arī tie ir pakļauti izmaiņām laikā. Ņemot vērā plaši izmantoto ekosistēmas definīciju ("ekosistēma ir pašregulējoša kibernetiska sistēma, kurā apvienojas dzīvo organismu populācijas un to izdzīvošanai nepieciešamie nedzīvās vides elementi"), šāda pieeja ir akceptējama, jo sevišķi attiecībā uz meža autoceļiem ar dabisko minerālo segumu, kuri parasti nodrošina dzīvotnes un barības bāzi ievērojamam skaitam dažādu sugu.

Tehno-ekosistēmu klātbūtne var bagātināt saimnieciskās darbības stipri izmainītu ainavu, padarot to ekoloģiski daudzveidīgāku un arī vizuāli pievilcīgāku. Klasiski piemēri ir dzīvzogi lauksaimniecības platībās Eiropā un dzelzceļa malas Amerikas Savienotajās Valstīs, kas mūsdienās stipri izmainītajā ainavā ir saglabājušas pagātnes daudzveidības elementus. Lielos saimnieciskā meža masīvos arī meža autoceļi var būt elements, kas palielina vides daudzveidību.

Teorētiski varētu pieņemt, ka meža autoceļa ekosistēmas platums ir vienāds ar ceļa trases platumu (ieskaitot grāvjus un atbērtni). Tomēr, un to uzsver arī zinātniskā literatūra (piem., Lugo & Gucinski 2000), meža ceļa ekosistēmas robežas sniedzas tik tālu, cik tālu sniedzas tās ekoloģiskā ietekme. Turklāt šīs robežas ir mainīgas, un to novietojums un savstarpējās mijiedarbības raksturs ar blakus esošajām ekosistēmām ir cieši saistīts gan ar paša ceļa, gan blakus esošo ekosistēmu īpašībām.

Naiman un Décamps (1997) runā par ceļa un apkārtējo ekosistēmu saskares virsmu, uzsverot, ka ekosistēmu mijiedarbības intensitāte šajās robežās ir mainīga laikā un telpā, un to ietekmē kontrasti starp blakus esošajās ekosistēmās pieejamo resursu apjomu. Pētnieki salīdzina šo saskares virsmu ar daļēji caurlaidīgu membrānu, kas regulē materiālu un enerģijas plūsmu starp ekosistēmām, un raksta, ka šajā saskares joslā ir relatīvi augsta bioloģiskā daudzveidība, tā kalpo kā patvēruma un barošanās vieta, kā arī uztur svarīgas dzīvotnes retām un apdraudētām sugām. Ceļu malās ir relatīvi augsta augu sugu daudzveidība (Bennett 1991).

Lai aprakstītu ceļa malas, Naiman un Décamps (1997) lieto tādas jēdzienus kā ekotons, pārejas zona un savstarpējā robeža. Lugo un Gucinski (2000) šo saskares zonu sadala divās daļās: ceļa mala un ekotons -, lai uzsvērtu atšķirības starp veģetāciju tiešā ceļa tuvumā un zonā, kur saskaras ceļa ekosistēma ar blakus esošajām ekosistēmām. Šī saskares zona var būt krasi nodalīta vai pakāpeniska, veidojot ekotonu, kas ir atšķirīgs gan no ceļa malas, gan no blakus esošās ekosistēmas.

Ceļi mainās laika gaitā, un attiecīgi mainās arī to mijiedarbības raksturs ar apkārt esošajām ekosistēmām. Ceļu attīstībā var nosacīti izšķirt četras fāzes: 1) būvniecība; 2) izmantošana; 3) uzturēšana; 4) pamešana. Vislielākā ietekme uz apkārtējām ekosistēmām parasti ir pirmajā – būvniecības – fāzē, kad ceļš galvenokārt ir traucējums un pārmaiņu izraisītājs. Arī ceļu uzturēšana, jo sevišķi, ja veikta nepareizi, darbojas kā periodisks traucējums. Tomēr tad, ja uzturēšana netiek pienācīgi veikta, negatīvā ietekme uz ceļa primāro funkciju izpildi, kā arī uz apkārtējām ekosistēmām var būt daudzkārt lielāka (piemēram, slikti uzturēti, nefunkcionējoši ceļa grāvji un caurtekas var izraisīt ceļa applūšanu, pastiprinātu sedimentāciju un krasu ekoloģisko apstākļu pasliktināšanos tuvējās ūdeņu ekosistēmās).

Ceļa izmantošanas ietekme ir ļoti atkarīga gan no paša ceļa konstrukcijas, materiāliem un pielietotajiem inženiertehniskajiem risinājumiem, gan no tā izmantošanas intensitātes, gan no blakus esošajām ekosistēmām. Tieši izmantošanas fāzē ceļš vispilnīgāk īsteno savu primāro funkciju, tomēr tajā pašā laikā ir jāidentificē un iespēju robežās jānovērš riski, kas saistīti, piemēram, ar potenciālo vides piesārņojumu, invazīvo sugu izplatību un smagā autotransporta radītajiem bojājumiem.

Ar laiku ceļa ekosistēma “noveco”, pielāgojas apkārtējām ekosistēmām un saplūst ar apkārtējo ainavu. Tomēr atšķirīgā veģetācija, kas vēsturiski izveidojusies ceļu tuvumā, saglabājas ilgstoši pat pēc tam, kad ceļš jau sen pamests un vairs dabā nav saskatāms. Tā var palīdzēt rekonstruēt ainavas vēsturisko dinamiku, kas savukārt izskaidro pagātnē veiktu darbību ietekmi uz ainavas pašreizējām īpašībām, kā arī var palīdzēt labāk izprast ekosistēmu pielāgošanās spējas mainīgajiem vides apstākļiem.

Koridora funkcija un fragmentācija

Ceļi darbojas kā koridori, kas var saistīt dažādas, arī visai atšķirīgas ekosistēmas. Tā kā ceļiem (vai to posmiem) ir raksturīgi nosacīti homogēni apstākļi visā to garumā, tie nodrošina organismu pārvietošanās iespējas, tādējādi uzlabojot ekosistēmu savienojamību. Pareizi izveidoti un uzturēti ceļu infrastruktūras elementi, piemēram, tilti, caurtekas utt., var uzlabot arī ūdens ekosistēmu savienojamību (Januchowski-Hartley et al. 2013)

Meža autoceļi ir tikai daļa no kopējā ceļu tīkla ainavā, un ir jāatšķir kopējā ceļu tīkla ietekme uz ainavu un ekosistēmām no atsevišķu ceļa segmentu ietekmes. Ainavas fragmentācija ir fenomens, ko ieteicams vērtēt plašā ainavas mērogā, ņemot vērā kopējo ceļu tīklu, jo fragmentācijas kopējā ietekme nebūt obligāti nav vienāda ar atsevišķu ceļa segmentu ietekmes summu (Lugo&Gucinski 2000). Miller et al. (1996) secina, ka var būt arī citi faktori (piemēram, topogrāfija), kas ainavas rakstu ietekmē būtiskāk nekā ceļi, un aicina uz meža ceļiem raudzīties kā uz raksturīgu ainavas komponentu.

Meža fragmentācijas ietekmi ceļu būves rezultātā ir iespējams mazināt, stratēģiski izvēloties ceļiem piemērotākās vietas ainavā. Ekosistēmu savienojamība pāri ceļiem ir uzlabojama, ierīkojot ceļu šķērsošanas vietas dzīvniekiem (Forman&Hersperger 1996), ceļus periodiski slēdzot intensīvai satiksmei un aktīvi apsaimniekojot ceļu malas un ekotonus. Vietējo augu sugu izmantošana ceļa malās un invazīvo sugu izplatības apturēšana uzlabo ceļu kā koridoru funkciju faunas kustībai starp meža ekosistēmām. Atbilstoši ASV veikta pētījuma rezultātiem, tauriņu sastopamība un sugu dažādība bija lielāka tajās ceļa malās, kur dominēja vietējās, nevis svešzemju augu sugas (Ries&Debinski 1998).

Bioloģiskā daudzveidība

Ceļu ekosistēmas var dot nozīmīgu ieguldījumu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā. Tās darbojas kā slēptuves (Kleijn et al. 2005, Lindborg et al. 2014), nodrošina piemērotas dzīvotnes daudzām augu un mazo dzīvnieku sugām, jo sevišķi bezmugurkaulniekiem (Eversham&Telfer 1994; Major et al. 1999; Raemakers et al. 2001; Spellenberg 2002; Saarinen et al. 2005). Tās var palīdzēt uzturēt arī reto un īpaši aizsargājamo sugu populācijas (Keals & Majer 1991; Vermeulen 1993). Nīderlandē veikta pētījuma dati liecina, ka skrejvaboļu (*Coleoptera: Carabidae*) un zirnekļu (*Araneae*) sugu skaits ceļa malās bija ļoti līdzīgs sugu skaitam netālu esošajos dabas rezervātos ar līdzīgu veģētāciju (Noordijk et al. 2008). Ceļi un to joslas var darboties kā ekoloģiskie koridori, padarot iespējamu vai uzlabojot konkrētu sugu izplatību (Vermeulen & Opdam 1995; Tikka et al. 2001). Arī citu struktūru – dīķīšu, nelielu mitrzemju, krūmāju, grāvju, uzbērumu, saulainu un noēnotu platību mozaikas, dažādu nogāzes leņķu un ekspozīcijas virzienu esamība ceļa joslā un tās tiešā tuvumā nodrošina dzīvotņu daudzveidību dažādām augu un dzīvnieku sugām.

Ceļa joslu apsaimniekošana tiek atzīta par vienu no paņēmieniem bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un palielināšanai (Auestad et al. 2011), jo tā var radīt vietējām sugām labvēlīgas dzīvotnes un uzturēt to daudzveidību (Way 1977; Melman&Verkaar 1991). Ceļa malu pļaušana dažādos gadalaikos var būt visai efektīva dažādu sugu piesaistīšanā (Oetting&Cassel 1971). Noordijk et al. (2009) pētījumi liecina, ka ceļa malu pļaušana divas reizes sezonā un jo sevišķi vasaras sākumā, lai ļautu ziedošajai veģētācijai atjaunoties, ir ļoti efektīva to kukaiņu sugu daudzveidības palielināšanā, kas barojas uz ziedošiem augiem. Konstatēta pozitīva pļaušanas ietekme arī uz skrejvaboļu sugu daudzveidību (Melman&Verkaar 1991).

Čehijā veiktā pētījumā tika konstatēts, ka meža putnu sugu daudzveidība ceļa malās un mežmalās bija augstāka nekā mežaudzēs. Autori secina, ka meža ceļi ar zemu satiksmes intensitāti palielina dzīvotņu dažādību strukturāli vienvēidīgās mežaudzēs un efektīvi piesaista vairākas putnu sugas (Šálek et al. 2010).

Atklātas platības nodrošina dzīves un barošanās apstākļus daudzām apputeksnētāju kukaiņu sabiedrībām, piemēram, tauriņiem un bitēm (Hopwood 2008; Wojcik and Buchmann 2012). Šis ir ļoti nozīmīgs faktors, ņemot vērā patlaban gan globāli, gan reģionāli ļoti aktuālos ar apputeksnētāju kukaiņu populāciju samazināšanos saistītos riskus (IPBES 2016). Nozīmīgākie abiotiskie faktori, kas ietekmē bišu barošanās iespējas, ir temperatūra un gaisma (Herrera 1997; Polatto et al. 2014). Meža autoceļu malas un to ekotoni parasti nodrošina abus šos aspektus, turklāt arī pietiekami lielu ziedošo augu daudzumu un daudzveidību – barības bāzi kukaiņiem. Meža ceļi kukaiņiem nodrošina arī pārvietošanās koridorus (Fye 1972; Munguira and Thomas 1992; Hopwood 2008; Haddad et al. 2011; Skórka et al. 2013). Lielākā daļa vientuļo (ne kolonijās dzīvojošo) bišu barošanās nolūkos pārvietojas nelielos attālumos (Gathman and Tscharrntke 2002; Zurbuchen et al. 2010), tādēļ ceļu ekosistēmas ar piemērotām dzīvotnēm un barošanās iespējām varētu pilnībā nodrošināt to vajadzības. Lielākā daļa no Latvijā sastopamajām bišu virsdzimtā (*Apoidea*) ietilpstošajām 293 sugām pieder tieši pie tā saukto vientuļo bišu dzimtām.

Meža ceļu būvniecības rezultātā izveidojas atklāts grants segums, kuru gastrolītu uzņemšanai izmanto tādas aizsargājamās sugas kā mednis un rubenis.

Meža apsaimniekošanas nodrošināšana

Meža ceļiem ir būtiska nozīme pieejas nodrošināšanā mežaudzēm – gan mežizstrādes, meža atjaunošanas un kopšanas, gan meža aizsardzības un apsardzības vajadzībām. Ugunsgrēku gadījumos ceļi nodrošina ugunsdzēsības transporta nokļūšanu līdz ugunsnelaimes vietai, ar ceļiem saistītie infrastruktūras elementi - ūdens ņemšanas vietas – nodrošina dzēšanai nepieciešamo ūdeni, turklāt ugunsgrēku gadījumos meža ceļi darbojas arī kā barjeras liesmām (Ryan et al, 2004). Pieejas nodrošināšana ir ļoti aktuāls jautājums saistībā ar dažādu citu postījumu seku novēršanu (piemēram, vējgāzes, vējlauzes, snieglauzes), kuru riski saistībā ar notiekošajām klimata pārmaiņām turpmāk tikai pieaugs.

Stratēģiski pareizi izvietoti ceļi, kas nodrošina piekļuvi cērtama vecuma mežaudzēm, samazina smagās meža tehnikas pārvietošanās attālumu, attiecīgi arī augsnes bojājumus, degvielas patēriņu un arī mežizstrādes rezultātā radušās siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas. Meža autoceļu izbūves rezultātā uzlabojas vides pieejamība, palielinās ekonomiskā aktivitāte (būvniecības un meža apsaimniekošanas jomā), tiek nodrošināta satiksmes drošība.

Rekreācija un nekoksnes resursu ieguve

Meža autoceļi ir ne vien svarīga infrastruktūra meža apsaimniekošanas vajadzībām, bet tie nodrošina visu iedzīvotāju piekļuvi meža ekosistēmām. Atbilstoši LVMI “Silava” un AS “LVM” sadarbības pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” pirmajiem rezultātiem, darba dienās mežu atpūtas nolūkos atkarībā no gadalaika apmeklē 40-53% Latvijas iedzīvotāju, brīvdienās 56-70% , bet atvaļinājuma laikā – pat 88-94%. Meža ceļi tiek izmantoti gan pastaigām, gan aktīvajai atpūtai (piemēram, skriešanai, riteņbraukšanai).

Latvijā ļoti svarīga ir meža nekoksnes produktu (ogu, sēņu, ārstniecības augu u.c.) ieguve – gan praktiskos un ekonomiskos nolūkos (ģimenes budžeta papildināšanai, ziemas krājumu gatavošana), gan kā atpūtas forma, un meža ceļi ir tie, kas arī šajā gadījumā nodrošina ērtu piekļuvi resursu ieguves vietām.

Meža ceļiem piemīt arī ainaviska vērtība, tie gan paši var būt vizuāli pievilcīgi, gan arī tikt izvietoti tā, lai atklātu skaistas ainavas un skatus. Atbilstoši jau minētā pētījuma rezultātiem, Latvijas iedzīvotāji meža ainavu, kur tiek veikta intensīva saimnieciskā darbība un tiek uzturēti ceļi, vērtē augstāk nekā ainavu, kur saimnieciskā darbība tiek veikta ekstensīvi un ceļi netiek uzturēti.

Meža ceļš ainavā var būt arī vēsturiska vērtība. Ceļš var būt saglabājies tajā pašā vietā no iepriekšējiem gadsimtiem. Tas var būt vedis, piemēram, uz muižu, baznīcu, apdzīvotas vietas centru (par to nereti liecina ceļu malās saglabājušies veci koki no alejām), kāda vēsturiska notikuma norises vietu. Šādi elementi paver iespējas gan vēstures, gan ainavu pētniekiem veikt vēsturiskās ainavas rekonstrukciju un uzzināt vairāk par ainavas attīstības dinamiku.

Netiešā ietekme uz ūdeni un augsni

Meža autoceļam ir jānodrošina virszemes ūdens novadīšana no ceļa klātnes, tātad meža ceļu tīkls ir cieši saistīts ar meža meliorācijas sistēmām. Tādēļ ainavā pareizi izvietoti un atbilstoši uzturēti meža ceļi var netieši regulēt platības hidroloģiskos parametrus un uzlabot ūdens ekosistēmu ekoloģisko kvalitāti –

izlīdzināt noteci, samazināt erozijas un sedimentācijas risku, uzlabot dzīvotņu kvalitāti, kā arī palielināt platības rekreācijas un estētisko vērtību (Reeder 1994). Atbilstoši uzturēti meža ceļi samazina arī augsnes bojājumu risku (Ryan et al. 2004). Literatūrā atrodama informācija par ļoti blīva meža auto ceļu tīkla negatīvo ietekmi uz maksimālo noteci, kas parādās pie ceļu blīvuma 2-3 km/100 ha (Jones&Grant 1994). Latvijā teorētiski aprēķinātais optimālais meža autoceļu blīvums ir 1.5 km/100 ha meža, bet reālais - 1.1 km/100 ha meža.

Kopsavilkums

- Meža autoceļi ainavā var darboties kā ekosistēmas savienojošs elements (ekoloģiskā koridora funkcija).
- Ceļu ekosistēmas var sniegt nozīmīgu ieguldījumu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā, nodrošinot ar dzīvotnēm un barības bāzi dažādas sugas.
- Meža autoceļu malas ar ziedošiem augiem var būt ļoti nozīmīgas apputeksnētāju kukaiņu populāciju uzturēšanā.
- Meža autoceļi nodrošina pieeju mežaudzēm ugunsgrēku gadījumā, turklāt tie paši darbojas kā barjera liesmām, tādējādi samazinot postījumu risku.
- Meža ceļi nodrošina iedzīvotājiem pieeju meža ekosistēmām rekreācijas un meža nekoksnes produktu ieguves nolūkos.
- Pareizi ainavā izvietots un labi uzturēts meža ceļu tīkls var pozitīvi ietekmēt ūdeņu ekosistēmas, kā arī samazināt augsnes bojājumu risku blakus esošajos nogabalos.

Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana

Latvija ir mežiem un ūdens resursiem bagāta valsts – gan ceturtā mežainākā valsts Eiropā, gan arī, atbilstoši Eurostat datiem, pēc saldūdens resursu apjoma uz vienu iedzīvotāju Latvija Eiropā ierindojas ceturtajā vietā (aiz Horvātijas, Somijas un Zviedrijas). Aptuveni puse Latvijas mežu relatīvi nesenā pagātnē ir bijuši vai joprojām ir pārāk liela mitruma ietekmēti – valstī ir 23% nosusinātu (āreņi, kūdreņi) un 18% pārmitru (slapjaini, purvaini) mežu, AS “LVM” apsaimniekotajos mežos – attiecīgi 25% un 13%.

Latvijā nokrišņi 1.5-2.0 reizes pārsniedz iztvaikošanu. Tieši šis faktors parasti tiek minēts kā galvenais pārpurvošanās cēlonis, tomēr tas tikai daļēji atbilst patiesībai. Analizējot pārmitro mežu īpatsvara un nokrišņu daudzuma savstarpējās sakarības, P. Zālītis (2006) konstatējis, ka reģionos, kur izkrīt lielāks nokrišņu daudzums, pārpurvoto mežu platība patiesībā ir mazāka. Turklāt iztvaikošana no sauszemes ekosistēmām nav tikai fizikāls process, bet ekosistēmu pašregulācijas mehānisms, kas ir atkarīgs gan no koku sugas, gan no vides apstākļiem. Tas nav konstants lielums, ko varētu izmantot kā fona rādītāju.

Latvijā nozīmīgākais pārmitro mežu izplatību izskaidrojošais faktors ir pazemes spiedes ūdeņu izķīlēšanās, kas ir visai unikāls hidroģeoloģisks fenomens, raksturīgs vien daļai Baltijas jūras baseina. Atbilstoši P. Zālīša aprēķiniem, 86% mežu uz kūdras augsnēm un 60% mežu uz hidromorfām minerālaugsnēm atrodas pazemes spiedes ūdeņu izķīlēšanās platībās (Zālītis 2006, Zālītis 2012). Tātad Latvijā mežsaimniekiem savā darbā vienmēr ir bijis jārēķinās ar ūdeni. Meža meliorācijas darbi Latvijas teritorijā tika uzsākti 19. gadsimta otrajā pusē, un visai drīz pierādījās, ka Latvijas apstākļos meža meliorācija ir visefektīvākais mežaudžu ražības paaugstināšanas pasākums.

Meliorācijas rezultātā tiek ne vien pazemināts gruntsūdens līmenis, bet arī būtiski uzlabota aerācija koku sakņu horizontā, kas pozitīvi ietekmē sakņu sistēmas attīstību un koku minerālās barošanās iespējas. Turklāt pazemes spiedes ūdeņi no augšējā devona slāņiem ir bagāti ar minerālajām barības vielām, sevišķi kalciju un magniju. Latvijā augstu un noturīgu ražību sasniedz arī nosusināti meži uz vairākus metrus bieza kūdras slāņa, jo kalcijs un magnijs pozitīvi ietekmē arī citus kūdras augšņu agroķīmiskos rādītājus. Somijā un Skandināvijā, kur hidroģeoloģiskā situācija ir pavisam atšķirīga, nosusinātos mežos kūdras augsnēs ražības kāpinājums ir mazāks un nosusināšanas efekts - salīdzinoši īslaicīgs.

Lielākā daļa patlaban mežos esošo meliorācijas sistēmu ir ierīkotas 20.gadsimta 60.-80. gados. Grāvji ar laiku deformējas, tādēļ, lai nosusināšanas efekts saglabātos, meliorācijas sistēmām nepieciešama uzturēšana un periodisks remonts. Sevišķi jutīgi pret applūšanu koki ir veģetācijas sezonas otrajā pusē, jūlijā un augustā, kad augšana norisinās visintensīvāk.

Mežaudžu ražības saglabāšana

Pēc nosusināšanas krājas pieaugums priežu un egļu mežos palielinās 3-4 reizes, bērzu mežos 2-3 reizes un melnalkšņu mežos – līdz 1.5 reizei. Meliorācijas sistēmu uzturēšana ir nepieciešama, lai šo efektu uzturētu ilgtermiņā. Meliorācijas sistēmu deformācijas negatīvā ietekme var neizpausties uzreiz, jo vidēja

vecuma audzes, briestaudzes un pieaugušas audzes, intensīvi transpirējot, līdz zināmai robežai spēj hidroloģisko režīmu noregulēt. Transpirācija nenotiek vienādi efektīvi visu sugu mežaudzēs, piemēram, bērza transpirācijas kapacitāte divkārt pārsniedz priedes un pieckārt egles transpirācijas kapacitāti (atbilstoši 1 kg skuju/lapu veģetācijas sezonā transpirētajam ūdens apjomam).

levērojami jutīgākas pret hidroloģiskā režīma pasliktināšanos ir jaunaudzes. Platībās, kur meliorācijas sistēmas funkcionē vāji, tieši pēc meža atjaunošanas, kad jaunaudze vēl nav spējīga transpirējot aizvadīt prom lieko ūdeni, nereti vērojama krasa ražības pasliktināšanās vai pat jauno koku bojāeja, jo sevišķi skuju koku jaunaudzēs. Atbilstoši autores novērojumiem, platībās, kur dominē smagas, ūdensnecaurlaidīgas augsnes un nosusināšanas grāvju tīkls ir rets vai slikti funkcionējošs, skuju koku (jo sevišķi egles) tīraudžu veidošana var ciest neveiksmi.

Meliorācijas sistēmu deformācijas rezultātā paaugstinās gruntsūdens līmenis un pasliktinās augsnes aerācija koku sakņu horizontā. Skābekļa saturam augsnē samazinoties, rodas hipoksija – skābekļa nepietiekamība – vai anoksija – skābekļa neesamība. Skābekļa deficīta apstākļos tiek traucēta sakņu aerobā elpošana un normāli metabolisma procesi. Adenozīna trifosfāts, kas augu šūnās nodrošina enerģijas uzkrāšanu un pārnesi, anaerobos apstākļos veidojas atšķirīgās bioķīmiskās reakcijās, tā apjoms ir mazāks, turklāt fermentatīvajos procesos, kas norisinās bez skābekļa klātbūtnes (pretstatā oksidatīvajiem procesiem, kas norisinās aerobā vidē) rodas dažādi blakusprodukti, kas uzkrājas sakņu horizontā un ir augiem kaitīgi, piemēram, CO₂, metāns un gaistošās taukskābes (Pezeshki 2001). Samazinātajam pieejamās enerģijas apjomam ir ļoti negatīvas sekas uz šūnās notiekošajiem dzīvības procesiem un ūdens un barības vielu nodrošinājumu (Dat et al. 2006.) Konstatēts, ka pat relatīvi neilgi plūdi (2 nedēļas) būtiski samazina vadaudu izmērus ozola agrīnajā koksne vai pat izraisa šo vadaudu sabrukšanu, tādējādi negatīvi ietekmējot ūdens un barības vielu transportu koku stumbrā (Land et al. 2014, Copini et al. 2016). Augsnes organiskās vielas sadalīšanās ar ūdeni piesātinātās augsnēs notiek vismaz uz pusi lēnāk nekā labi aerētās augsnēs, šo procesu veic atšķirīgi mikroorganismi, un tajā veidojas atšķirīgi savienojumi, tajā skaitā etanols un ūdeņraža sulfīds, kas var negatīvi ietekmēt sakņu sistēmu (Coder 1994). Turklāt jau pieminētais metāns, kas veidojas ar ūdeni piesātinātā augsnē, ir siltumnīcefekta gāze ar 25 reizes lielāku ietekmi nekā oglekļa dioksīds. Applūdinātas platības ir SEG emisiju avots.

Skābekļa saturam augsnes porās samazinoties zem 10%, koki sāk ciest no stresa, tiek kavēta to augšana. Paaugstinātā ūdens līmeņa izraisīto vides izmaiņu radītais stress augus padara ievērojami uzņēmīgākus arī pret citiem stresa faktoriem, jo sevišķi dažādu patogēnu izraisītām slimībām (Munkvold&Yang 1995; Yanar et al. 1997). Koku sakņu sistēmu nereti inficē *Phytophthora* ģints sēnes, kas pacieš zemu skābekļa saturu augsnē (Coder 1994). Sīkās, nepārkoksnējušās saknes parasti atmirst pilnībā (Coutts 1982, Coder 1994). Sakņu augšana pilnīgi apstājas, ja skābekļa saturs augsnes porās samazinās zem 5%.

Paaugstinoties gruntsūdens līmenim aktīvo sakņu horizontā, koki cenšas skābekļa trūkumu kompensēt, veidojot virspusēju sakņu sistēmu, kas savukārt noved pie to mehāniskā stabilitātes samazināšanās (Coder, 1994).

Bioloģiskā daudzveidība

Meliorācijas sistēmas ir nozīmīgas dzīvotnes dažādām sugām, tajā skaitā retām un aizsargājamām sugām, piemēram, Eiropas nozīmes īpaši aizsargājamajai sugai dūņu pīkstei *Misgurnus fossilis*.

Meliorācijas grāvju krasta nogāzes un tiem piegulošās daļas ir slēptuves, pārvietošanās koridori un barības ieguves vietas dažādiem organismiem (Urtāns&Urtāne 2017). Izplautas grāvju trases, līdzīgi kā ceļmalas, var nodrošināt dzīvotnes un barības bāzi daudzām apputeksnētāju kukaiņu sugām – bitēm, tauriņiem utt. Zviedrijā, salīdzinot tauriņu sabiedrības ceļa malās, uz elektrolīnijām, izcirtumos un daļēji dabiskās ganībās, lielākā sugu un indivīdu bagātība tika konstatēta uz elektrolīnijām (Berg et al. 2011), līdzīgs secinājums izdarīts arī ASV (Schweitzer et al. 2011). Grāvju trašu nozīme to apsaimniekošanas režīma kontekstā varētu būt līdzīga elektrolīnijām, jo arī grāvju trases tiek periodiski uzturētas, taču iejaukšanās ir retāka un mazāk intensīva; tieši šie faktori tiek minēti kā nozīmīgākie, lai skaidrotu elektrolīniju nozīmi kukaiņu bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā (Russell et al. 2005, Valtonen et al. 2006). Vēl viens nozīmīgs faktors, kas varētu būt pozitīvi ietekmējis sugu daudzveidību uz elektrolīnijām, ir transporta plūsmas neesamība (Wojcik and Buchmann 2012), kas ir attiecināms arī uz meliorācijas sistēmām.

Ūdens kvalitāte

Grāvju trašu aizaugšana, gultnes deformācija un meliorācijas sistēmām pieguļošo mežaudžu applūšana rada riskus ūdens ekoloģiskajai kvalitātei. Labi funkcionējošās meliorācijas sistēmās, kurās ūdens ir kustībā un ir pietiekama ūdenī izšķīdušā skābekļa koncentrācija (virs 5%), var notikt dzīvības procesi – ieviesties ūdens augi un dzīvnieki. Ja gultne ir stipri noēnota un ūdens stāvošs, ūdensaugu fotosintēze nenotiek, un ūdenī esošais skābeklis tiek patērēts organiskās vielas mineralizācijai, kas ūdenī nonāk nobiru veidā. Divus gadus pēc kārtas salīdzinot ūdens ķīmiskos rādītājus nerenovētā, aizaugušā grāvī un pirms diviem gadiem renovētā meliorācijas sistēmā, konstatēts, ka nerenovētajā grāvī bija ievērojami zemāks izšķīdušā skābekļa saturs (nereti zem 5%), lielāka duļķainība un augstāka izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija (Lībiete et al., npublicēti dati).

Meža meliorācijas sistēmu renovācijas rezultātā tiek samazināta arī bebru darbības ietekme uz meža ekosistēmām. Bebru izplatība saimnieciski izmantojamo mežu meliorācijas sistēmu grāvjos stingri jāierobežo vairāku iemeslu dēļ. Pirmkārt, bebru uzpludinājumi tiešā veidā negatīvi ietekmē mežaudžu augšanu augstāk minēto iemeslu dēļ. Otrkārt, bebru ietekmētos meliorācijas grāvjos paaugstinās biogēno elementu izneses riski. Kā liecina jaunāko pētījumu rezultāti (Kalvīte et al., npublicēti dati), slāpekļa, fosfora un izšķīdušā organiskā skābekļa koncentrācija bebru darbības ietekmētā grāvī bija ievērojami augstāka nekā netālu esošā bebru apmetnē dabiskā ekosistēmā (upes palienē). Augsts organiskā oglekļa saturs var palielināt dzīvsudraba metilācijas risku. Dzīvsudrabs, un jo sevišķi metildzīvsudrabs ir neirotoksiska viela, kas akumulējas barības ķēdē un negatīvi ietekmē dzīvos organismus. Arī Latvijā dzīvsudraba koncentrācija saldūdeņos pārsniedz Eiropas Savienībā noteiktos robežlielumus. Atbilstoši Interreg Baltijas jūras reģiona programmas projekta “Ūdens apsaimniekošana Baltijas mežos” (WAMBAF) pirmajiem rezultātiem, bebru ietekmētās meliorācijas sistēmās ir konstatēts paaugstināts dzīvsudraba saturs gan ūdenī, gan sedimentos, gan biotā, turklāt lielu daļu no kopējā dzīvsudraba veido sevišķi toksiskais metildzīvsudrabs (25%-27% Latvijas demonstrācijas objektā; normāli būtu – ap 10%).

Meža apsaimniekošanas nodrošināšana

Līdztekus meža autoceļiem arī grāvju trases, pa kurām ir iespējams periodiski pārvietoties ar autotransportu, sniedz savu ieguldījumu meža apsaimniekošanā, gan nodrošinot labāku piekļuvi koksnes resursiem, gan atvieglojot meža atjaunošanas un kopšanas darbus, meža aizsardzības un apsardzības

pasākumus. Ja meliorācijas sistēmas netiek atbilstoši uzturētas, grāvju trases aizaug un deformējas, samazinās grunts nestspēja uz tām un pasliktinās piekļuve mežaudzēm.

Rekreācija un nekoksnes resursu ieguve

Koptas, izplautas grāvju trases var ievērojami palielināt meža apmeklētāju iespēju ieraudzīt kādu meža dzīvnieku vai putnu, tajā skaitā, iespējams, pat kādas retas sugas pārstāvi. (No trijām reizēm, kad autorei mežā ir laimējies satikt melno stārķi, divas reizes ir bijušas uz nesen renovēta meliorācijas grāvja atbērtnes.) Turklāt veselīgas un vitālas mežaudzes lielākajai daļai sabiedrības visticamāk šķiet vizuāli pievilcīgākas nekā pārlieta mitruma rezultātā novājinātas audzes ar daļēji bojā gājušiem kokiem.

Meža meliorācijas grāvju trases var arī palīdzēt nodrošināt piekļuvi meža resursiem, tās ir izmantojamas, lai nonāktu līdz sēņošanas vai ogošanas vietai, kā arī, organizējot medību saimniecības pasākumus un pašas medības.

Kopsavilkums

- Meža meliorācijas sistēmu uzturēšana un atjaunošana nodrošina normālu hidroloģisko režīmu, kas ir vitāli svarīgs, lai ilgtermiņā saglabātu meža ražību (nosusināšanas efektu) un saglabātu kokaudžu veselību.
- Meža meliorācijas sistēmas var uzturēt daudzveidīgas dzīvotnes un palielināt sugu daudzveidību apsaimniekotos mežos.
- Atbilstoši funkcionējošas meža meliorācijas sistēmas pozitīvi ietekmē ūdens kvalitāti un samazina kaitīgo vielu izneses riskus.
- Labi uzturētas meža meliorācijas grāvju atbērtnes nodrošina gan labāku piekļuvi koksnes un nekoksnes resursiem, gan atvieglo meža kopšanu un aizsardzību.
- Koptas meliorācijas grāvju atbērtnes var palielināt meža apmeklētāju iespēju pamanīt mežam raksturīgos dzīvniekus.

Literatūra

1. Auestad I., Rydgren K., Austad I. 2011. Road verges: potential refuges for declining grassland species despite remnant vegetation dynamics. *Annales Botanici Fennici* 48(4): 289–303.
2. Berg Å., Ahrné K., Öckinger E., Svensson R., and Söderström B.. 2011. Butterfly distribution and abundance is affected by variation in the Swedish forest-farmland landscape. *Biological Conservation* 144: 2819-2831.
3. Coder K.D. 1994. Flood damage to trees. University of Georgia, D.B. Warnell School of Forest Resources, 6 p.
4. Copini P., den Ouden J., Robert E.M.R., Tardif J.C., Loesberg W.A., Goudzwaard L. and Sass-Klaassen U. 2016 Flood-Ring Formation and Root Development in Response to Experimental Flooding of Young *Quercus robur* Trees. *Frontiers of Plant Science* 7: 775.
5. Coutts M. P. 1982. Growth of woody roots of Sitka spruce and lodgepole pine in waterlogged soil. *New Phytologist*, 90: 467-476.
6. Dat J., Folzer H., Parent C., Badot P.-M., Capelli N. 2006 Hypoxia stress: Current Understanding and Perspectives. In: Teixeira da Silva J.A. (Ed.) *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues (Vol 3)*, Global Science Books, Isleworth, United Kingdom, pp 664-674.
7. Eversham B.C. and Telfer M.G. 1994: Conservation value of roadside verges for stenotopic heathland Carabidae: corridors or refugia? *Biodiversity Conservation* 3: 538–545.
8. Forman R.T.T. and Hersperger A.M.. 1996. Road ecology and road density in different landscapes, with international planning and mitigation solutions. In: Evink. G.L., Garrett P.; Ziegler D.; and Berry J. (Eds.) *Trends in addressing transportation related wildlife mortality. Proceedings of the transportation related wildlife mortality seminar.*
9. Fye R.E. 1972. The effects of forest disturbances on populations of wasps and bees in northwestern Ontario (Hymenoptera: Aculeata). *Canadian Entomologist* 104:1623-1633.
10. Gathmann A. and Tschardt T.. 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* 71: 757-764.
11. Haddad N.M., Hudgens B., Damschen E.I., Levey D.J., Orrock J.L., Tewksbury J.J., and Weldon A.J.. 2011. Assessing positive and negative ecological effects of corridors. In: Liu J., Hull V., Morzillo A.T., and Wiens J.A. (Eds.) *Sources, Sinks, and Sustainability*. Cambridge University Press, Cambridge, UK., pp. 475–503
12. Hall C.A.S., Stanford J.A., Hauer R. 1992. The distribution and abundance of organisms as a consequence of energy balances along multiple environmental gradients. *Oikos* 65: 377-390.
13. Herrera C.M. 1997. Thermal biology and foraging responses of insect pollinators to the forest floor irradiance mosaic. *Oikos* 78:601-611.
14. Hopwood J.L. 2008. The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation. *Biological Conservation* 141:2632-2640.
15. IPBES. 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V. L., and Ngo H. T., (Eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 p.
16. Januchowski-Hartley S.R., McIntyre P.B., Diebel M., Doran P.J., Infante D.M., Joseph C., and Allan J.D. 2013. Restoring aquatic ecosystem connectivity requires expanding inventories of both dams and road crossings. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11(4): 211–217.
17. Jones J.A., Grant G.E. 1996. Peak flow responses to clearcutting and roads in small and large basins, Western Cascades, Oregon. *Water Resources Research* 32:959–974.

18. Keals N. and Majer J.D. 1991 The conservation status of ant communities along the Wubin-Perenjori Corridor. In: Saunders D.A. and Hobbs R.J. (Eds): *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*. Surrey Beatty, Sydney, pp. 387–393.
19. Kleijn D., Baldi A. 2005. Effects of set-aside land on farmland biodiversity: comments on Van Buskirk and Willi. *Conservation Biology* 19:963–966.
20. Land A. 2014. *Holzanatomische Veränderungen als Reaktion auf Extreme Umweltereignisse in Rezenten und Subfossilen eichen und Deren Verifizierung im Experiment*, Doktorgrades der Naturwissenschaften (Dr.rer.nat.), Universität Hohenheim, Hohenheim, 251 p.
21. Lindborg R., Plue J., Andersson K., Cousins S.A.O. 2014. Function of small habitat elements for enhancing plant diversity in different agricultural landscapes. *Biological Conservation* 169: 206–213.
22. Lugo A.E., Gucinski H. 2000. Function, effects, and management of forest roads. *Forest Ecology and Management* 133: 249-262.
23. Major R.E., Smith D., Cassis G., Gray M. and Colgan D.J. 1999. Are roadside strips important reservoirs of invertebrate diversity? A comparison of the ant and beetle faunas of roadside strips and the large remnant woodlands. *Australian Journal of Zoology* 47: 611–624.
24. Melman P.J.M., Verkaar K.J. 1991. Layout and management of herbaceous vegetation in road verges. In: Aanen P et al. (Eds.) *Nature Engineering and Civil Engineering Works*. Wageningen, Netherlands: PUDOC, pp 62-78.
25. Miller J.R., Joyce L.A., Knight R.L. and King R.M. 1996. Forest roads and landscape structure in the southern Rocky Mountains. *Landscape Ecology* 1 (2): 115-127.
26. Munguira M.L. and Thomas J.A.. 1992. Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology* 29: 316-329.
27. Munkvold G.P. and Yang X.B. 1995. Crop damage and epidemics associated with 1993 floods in Iowa. *Plant Disease* 79: 95-101.
28. Naiman R.J. and Décamps, H. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 621-658.
29. Noordijk J., Delille K., Schaffers A.P., Sykora K.V.. 2009. Optimizing grassland management for flower-visiting insects in roadside verges. *Biological Conservation* 142: 2097–2103
30. Oetting R.B., Cassel J.F. 1971. Waterfowl nesting on interstate highway right-of way in North Dakota. *Journal of Wildlife Management* 35:774–781.
31. Pezeshki S.R. 2001. Wetland plant responses to soil flooding. *Environmental and Experimental Botany* 46: 299-312.
32. Polatto L., Chaud-Netto J. and Alves-Junior V.V. 2014. Influence of abiotic factors and floral resource availability on daily foraging activity of bees. *Journal of Insect Behavior* 27:593-612.
33. Raemakers I.P., Sshaffers A.P., Sýkora K.V. and Heijerman T. 2001. The importance of plant communities in road verges as a habitat for insects. *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society* 12: 101–106.
34. Reeder R. 1994. *Riparian road guide. Managing roads to enhance riparian areas*. Terrene Institute, Washington DC, 31 p.
35. Ries L., Debinski D.M. 1998. The effect of roadside habitat restoration on the diversity and behavior of butterflies, *Ecological Society of America Annual Meeting Abstracts*, 208.
36. Russell K.N., Ikerd H. and Droege S.. 2005. The potential conservation value of unmowed powerline strips for native bees. *Biological Conservation* 124: 133-148
37. Ryan T., Phillips H., Ramsay J. and Dempsey J. 2004. *Forest Road Manual. Guidelines for the design, construction and management of forest roads*. COFORD, Dublin, 170 p.
38. Saarinen K., Valtonen A., Jantunen J. and Saarnio S. 2005: Butterflies and diurnal moths along road verges: does road type affect diversity and abundances? *Biological Conservation* 123: 403–412.

39. Šálek M., Svobodová J., Zasadil P.. 2010. Edge effect of low-traffic forest roads on bird communities in secondary production forests in central Europe. *Landscape Ecology* 25 (7): 1113–1124.
40. Schweitzer D.F., Minno M.C. and Wagner D.L. 2011. Rare, Declining, and Poorly Known Butterflies and Moths (Lepidoptera) of Forests and Woodlands in the Eastern United States. Forest Health Technology Enterprise Team, Washington, DC, 517 pp.
41. Skórka P., Lenda M., Möron D., Kalarus K., and Tryjanowski P. 2013. Factors affecting road mortality and the suitability of road verges. *Biological Conservation* 159:148-157.
42. Spellenberg I.F. 2002. *Ecological Effects of Roads. Land Reconstruction and Management. Vol. 2.* Science Publisher, Enfield, 251 pp.
43. Tikka P.M., Högmander H. & Koski P.S. 2001. Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants. *Landscape Ecology* 16: 659–666.
44. Urtāns V.A., Urtāne L. 2017. Videi draudzīga meliorācija. Vadlīnijas bioloģiskās daudzveidības uzturēšanai un plūdu risku mazināšanai. Biedrība "Ūdensaina", Latvijas Vides aizsardzības fonds, 81 lpp.
45. Valtonen A., Saarinen K. and Jantunen J. 2006. Effect of different mowing regimes on butterflies and diurnal moths on road verges. *Animal Biodiversity and Conservation* 29:133-148.
46. Vermeulen H.J.W. 1993. The composition of the carabid fauna on poor sandy road-side verges in relation with comparable open areas. *Biodiversity Conservation* 2: 331–350.
47. Vermeulen H.J.W. and Opdam P.F.M. 1995. Effectiveness of roadside verges as dispersal corridors for small grounddwelling animals: a simulation study. *Landscape and Urban Planning* 31: 233–248.
48. Vides aizsardzības likums. 2006. "Latvijas Vēstnesis", 183 (3551), 15.11.2006., "Ziņotājs", 24, 28.12.2006.
49. Way JM. 1977. Roadside verges and conservation in Britain: a review. *Biological Conservation* 12:65–74
50. Wojcik V.A. and Buchmann S.. 2012. Pollinator conservation and management on electrical transmission and roadside right-of-way: A review. *Journal of Pollination Ecology* 7:16-26.
51. Yanar Y., Lipps P.E., Deep I.W. 1997. Effect of soil saturation duration and soil water content on root rot of maize caused by *Pythium arrhenomanes*. *Plant Disease* 81: 475-480.
52. Zālītis, P. 2006. *Mežkopības priekšnosacījumi. Rīga, et cetera.* 217 lpp.
53. Zālītis, P. 2012. *Mežs un ūdens. Salaspils, Silava,* 356 lpp.
54. Zurbuchen A., Landert L., Klaiber J., Müller A., Hein S. and Dorn S. 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: Only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143: 669-676.