



MEŽA APSAIMNIEKOŠANA KLIMATA IZMAIŅU KONTEKSTĀ

Ā. Jansons



Saturs

Sagaidāmās klimata izmaiņas Latvijā (Ā. Jansons).....	4
1. Meža atjaunošanas veida un materiāla izvēle klimata izmaiņu negatīvās ietekmes uz audžu produktivitāti mazināšanai (Ā. Jansons)	5
2. Meža loma siltumnīcefekta gāzu piesaistē un klimata izmaiņu ietekmes mazināšanā (A. Lazdiņš)	9
2.1. <i>Normatīvi un starptautiskās saistības klimata aizsardzības jomā</i>	9
2.2. <i>Oglekļa piesaiste meža biomasā un augsnē</i>	9
3. Klimata izmaiņu ietekme uz augsni (D. Lazdiņa)	13
4. Klimata izmaiņu radītie meža audzēšanas riski un to samazināšanas iespējas (J. Donis)	17
4.1. <i>Problēmas vispārējās nostādnes</i>	17
4.2. <i>Vējš</i>	17
4.3. <i>Uguns</i>	18
5. Klimata izmaiņu ietekme uz meža kaitēkļiem un to nodarīto postījumu mazināšanas iespējas (A. Šmits).....	21
5.1. <i>Klimata izmaiņu ietekme uz meža kaitēkļiem</i>	21
5.2. <i>Meža kaitēkļu bojājumu samazināšanas iespējas</i>	21
5. Klimata izmaiņu ietekme uz meža ūdenssaimniecību (A. Indriksone).....	24
5.1. <i>Ūdenssaimniecība intensīvi apsaimniekotās platībās</i>	24
5.2. <i>Ūdenssaimniecība dabas aizsardzības teritorijās</i>	26
6. Klimata izmaiņas un bioloģiskā daudzveidība (I. Zadeika, V. Rudzīte)	28
Kopsavilkums.....	31

Kontaktinformācija

Dr. silv. Āris Jansons (red.)

(aris.jansons@silava.lv)

LVMI „Silava”

Rīgas 111, Salaspils, LV-2169

Materiāls sagatavots INTERREG IV C projekta „FUTUREforest - Woodlands for Climate Change” ietvaros. Projektu līdzfinansē Eiropas Savienība, plašāka informācija mājas lapā:
<http://www.futureforest.eu>

Sagaidāmās klimata izmaiņas Latvijā (Ā. Jansons)

Klimatisko faktoru ietekme uz meža augšanu ikdienā nav manāma, ja meža atjaunošanā izmantots gan kvalitātes, gan izcelsmes ziņā piemērots stādmateriāls. Taču, piemēram, ierīkojot apmežojumus ar priedes stādiem, kas atvesti no tādas relatīvi netālas valsts kā Vācija, nākas konstatēt, ka jaunaudzies saglabāšanās un līdz ar to nākotnē sagaidāmā krāja un koku kvalitāte ir zema. Līdzīgs process, tikai bez cilvēka tiešas līdzdalības un koku reģionālas pārvietošanas, šobrīd notiek apkārtējā vidē, proti, *klimata izmaiņu* ietekmē vietējās izcelsmes koku augšanu ietekmē citādi apstākļi nekā iepriekšējos gadsimtos. Lai izprastu mežaudžu reakciju uz šādām relatīvi straujām izmaiņām un rastu iespēju palīdzēt mežam pielāgoties, vispirms ir svarīgi apzināties, kādi apstākļi Latvijas teritorijā prognozējami nākamo 100 gadu periodā.

Latvijas atrodas hemoboreālajā zonā, gada vidējā temperatūra ir $+5^{\circ}\text{C}$, kas pazeminās vidēji līdz -6°C janvārī un paaugstinās vidēji līdz $+17^{\circ}\text{C}$ jūlijā. Pēdējo 100 gadu laikā mūsu valsts teritorijā jau konstatēta vidējā gaisa temperatūras paaugstināšanās, pat par $1,5^{\circ}\text{C}$. Izmaiņas gada ritumā nav vienmērīgas: temperatūras paaugstināšanās novērota galvenokārt pavasara mēnešos (marts, aprīlis, maijs) un ziemā (decembris). Mazākais temperatūras kāpums konstatēts jūnijā un jūlijā (Kļaviņš, Briede, 2008). Dendrohronoloģijas pētījumi liecina, ka tieši temperatūras izmaiņas pavasara periodā atstāj nozīmīgāko ietekmi uz koku caurmēra pieaugumu (Elferts, 2007).

Klimata izmaiņu modeļi liecina, ka temperatūras paaugstināšanās turpināsies, un pēc 100 gadiem ziemas būs vidēji par 4°C , pavasari un rudenī vidēji par 3°C , bet vasaras – vidēji par 2°C siltākas. Tāpat tiek prognozēts, ka vidēji par 84% palielināsies ekstrēmi karsta laika sezonu biežums (Christensen et al., 2007). Temperatūras būtiska paaugstināšanās vasaras mēnešos (jūnijs, jūlijs, augusts) var izpausties kā palielināts maksimālo temperatūru biežums, t.s. karstuma viļņi (Kļaviņš, Briede, 2008). Prognozes liecina, ka paaugstināta temperatūra vasaras mēnešos būs saistīta ar tās palielināšanos tieši karstajās dienās, nevis vienmērīgu temperatūras pieaugumu visā periodā. Turpretī ziemā temperatūras paaugstināšanās būs vērojama aukstajās dienās (Kjellström, 2004).

Latvijas klimata apstākļus raksturo samērā augsts kopējais nokrišņu daudzums (vidēji 700 mm gadā), maksimālais nokrišņu daudzums vērojams jūlijā un augustā, samērā daudz nokrišņu ir arī septembrī, oktobrī un jūnijā; minimāls nokrišņu daudzums ir februārī un martā – mēnešos pirms veģetācijas perioda. Vidējais gada nokrišņu daudzums Latvijā pēdējos 50 gados ir nedaudz palielinājies, galvenokārt pieaugot nokrišņu daudzumam ziemā. Pavasara un vasaras periodā (kad palielinās koku augstums un caurmērs) nokrišņu daudzuma izmaiņas nav būtiskas, bet rudenī vērojama to samazināšanās (Kļaviņš, Briede, 2008).

Prognozēts, ka līdzīga tendence turpināsies, proti, nokrišņu apjoms ziemā un agri pavasarī palielināsies par 12-15%, rudenī - par 5-8%, taču vasaras mēnešos - tikai 0-2% apmērā (Christensen et al., 2007), vietām pat iespējama tā samazināšanās par -10-15% (no Bergh et al., 2009). Ziemas periodā būs raksturīgs sniega segas trūkums. Mainīsies kopējais nokrišņu sadalījums – pat situācijās, kad prognozēta to apjoma palielināšanās: vidēji vienā lietainā (sniega) dienā nokrišņu daudzums būs ievērojami lielāks (Giorgi et al., 2004; Kjellström, 2004). Paredzams, ka par 40% biežākas būs ziemas ar ekstrēmi lielu nokrišņu daudzumu, savukārt slapjo vasaru biežums varētu pieaugt tikai par 10% (Christensen et al., 2007).

Veģetācijas perioda garums Latvijā ir 180-190 dienu. Ilglaicīgo fenoloģisko novērojumu dati liecina, ka salīdzinājumā ar 1928.-1935. gadu tas ievērojami palielinājies: gan bērzu un kļavu lapu plaukšana, gan šo sugu un baltalkšņu ziedēšana tagad sākas par 12-30 dienām agrāk (Grišule, 2008; Grišule, Briede, 2007). Līdzīgas izmaiņas tiek prognozētas arī nākotnē – veģetācijas periods līdz gadsimta beigām kļūs par aptuveni 1 mēnesi (vietām līdz pat 2 mēnešiem) garāks (no Bergh, 2009).

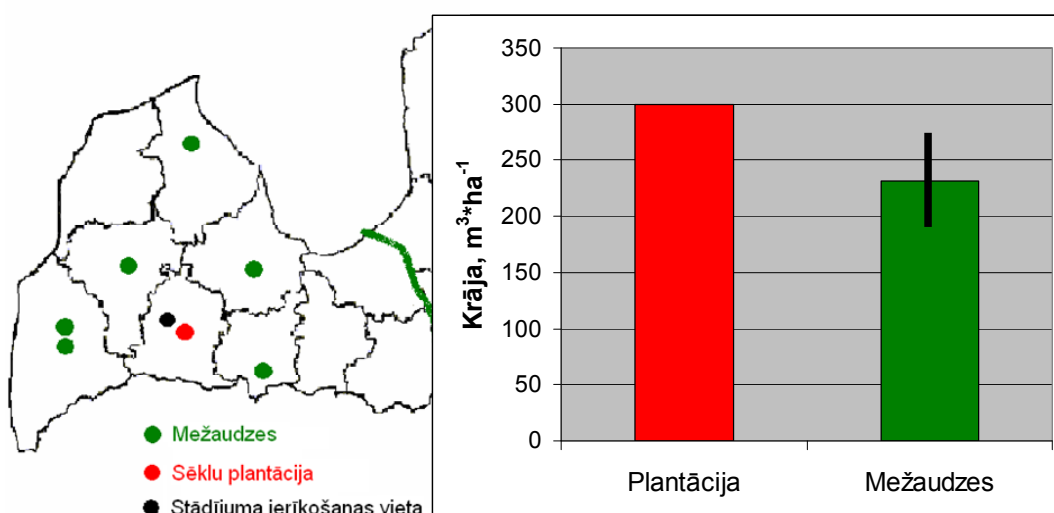
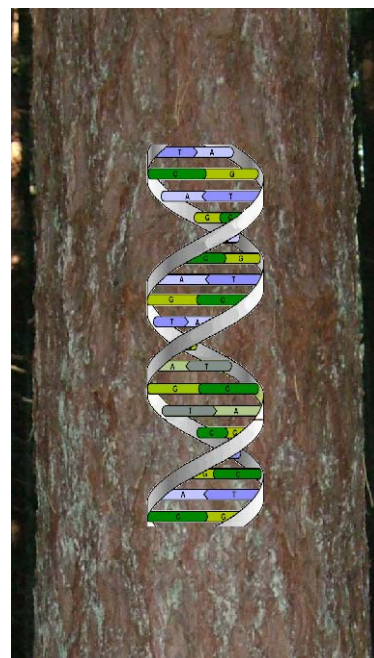
Prognozēta vētru biežuma palielināšanās Ziemeļjūrā (Beniston et al., 2007), daļai no tām sasniedzot arī Latvijas teritoriju. Taču galvenās izmaiņas izraisīs nevis vētru biežums, bet to laikā sagaidāmais ekstrēmo vēja ātrumu pieaugums.

1. Meža atjaunošanas veida un materiāla izvēle klimata izmaiņu negatīvās ietekmes uz audžu produktivitāti mazināšanai (Ā. Jansons)

Jaunu mežaudzi iespējams izveidot vai nu paļaujoties uz dabisko atjaunošanos vai stādot/sējot. Abas alternatīvas atšķiras gan pēc izmaksām, gan sagaidāmā iznākuma – nākamās mežaudzes produktivitātes un kvalitātes. Veicot izvēli par labu dabiskai atjaunošanai vai stādīšanai jāņem vērā tādi faktori kā meža tips, vēlamais sugu sastāvs, blakus audžu/koku parametri un ģenētiskās īpašības. Ģenētiskās īpašības tieši nav nosakāmas, taču zināms priekšstats par tām iegūstams, izvērtējot koku ārējo pazīmju kopumu – fenotipu – kas veidojies vides faktoru un ģenētiskās informācijas (genotipa) mijiedarbības rezultātā.

Ja izcirtumam blakus esošo audžu un tajās atstāto ekoloģisko koku produktivitāte un kvalitāte ir zema, kā arī konstatējamas ievērojamas koksnes vainas, tad maz izredžu dabiskās atjaunošanās ceļā iegūt augstvērtīgu jauno audzi.

Sēklas meža stādāmā materiāla izaudzēšanai Latvijā vairākumā gadījumu (~100% priedei un bērzam, ~60% eglei) iegūst speciālās sēklu plantācijās, kas izveidotas potējot (iegūstot ģenētiski identiskas kopijas) pēc ārējām pazīmēm izcilus, kvalitatīvās un produktīvās mežaudzēs atlasītus kokus, t.s. pluskokus. Latvijā eksperimentāli iegūtie dati, piemēram, par egli liecina, ka šādu sēklu plantāciju pēcnācēji veido par 10-30% ražīgākas un tikpat kvalitatīvas audzes kā atlasītu mežaudžu (sēklu audžu) pēcnācēji (1.1. att.)

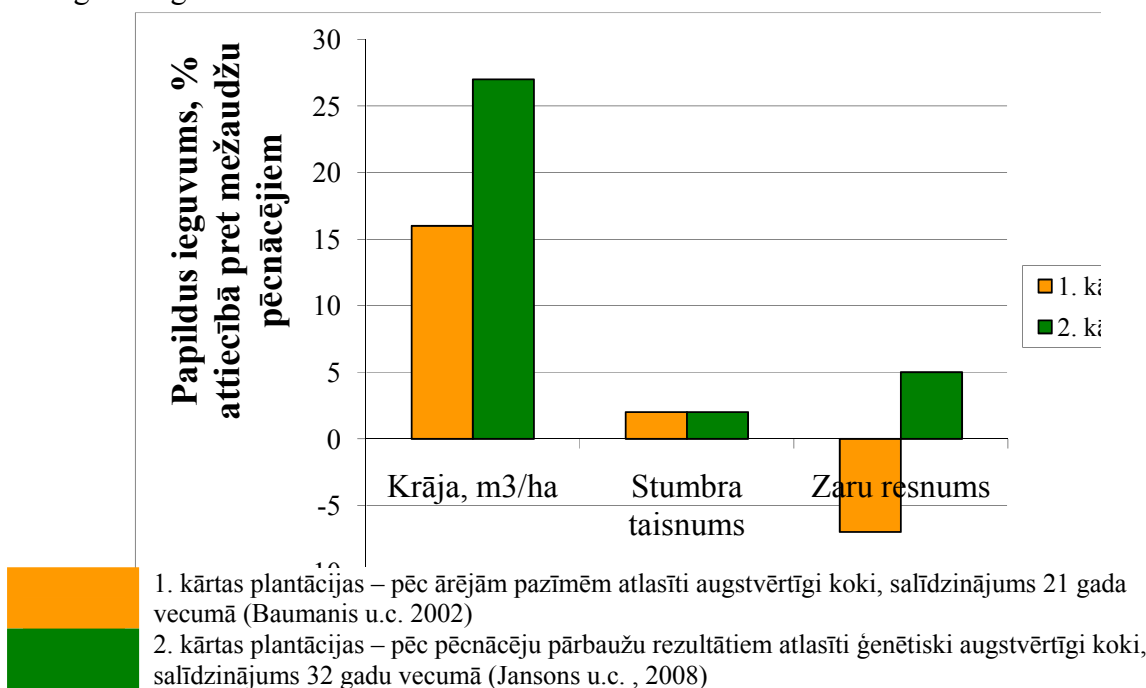


1.1. attēls. Egles 1. kārtas sēklu plantācijas pārākums pār mežaudžu pēcnācējiem 32 gadu vecumā (Gailis, 2004).

Pēc ārējo pazīmju kompleksa atlasītajiem pluskokiem tiek veiktas arī pēcnācēju pārbaudes, no šiem kokiem ievācot sēklas un ierīkojot eksperimentālus stādījumus, kur iespējams atsevišķu koku pēcnācējus salīdzināt savstarpēji, kā arī ar mežaudžu pēcnācējiem. Atbilstoši izmēģinājumu rezultātiem notiek koku ar labākajiem (ātraudzīgākajiem un kvalitatīviem) pēcnācējiem atlase un izmantošana t.s. 2. kārtas sēklu plantāciju ierīkošanā.

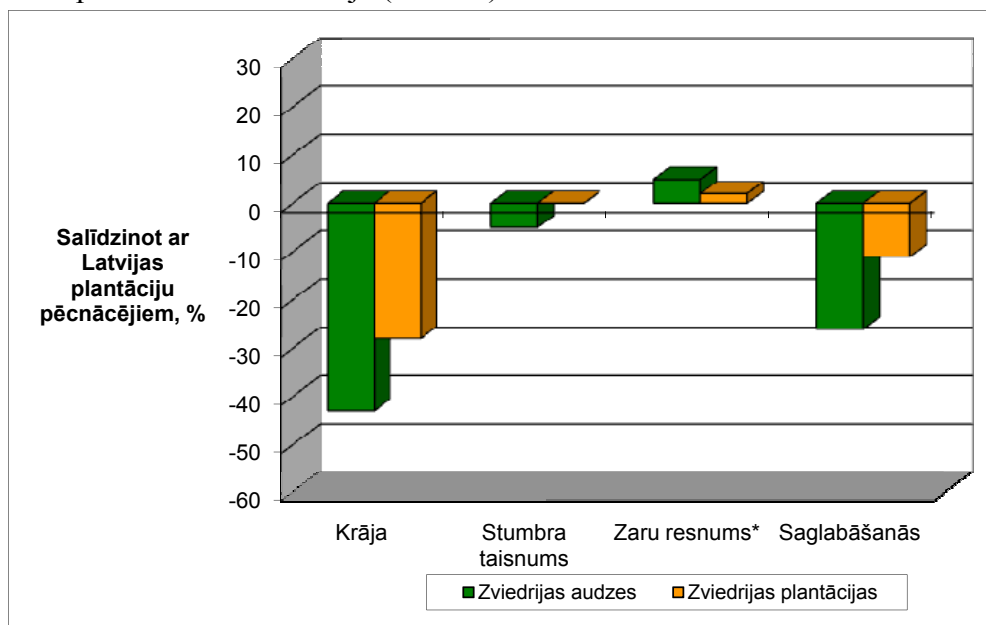
Saimnieciski nozīmīgā platībā šādas – 2. kārtas – plantācija Latvijā šobrīd ir tikai priedei. Veicot salīdzināšanu jaunaudzēs, konstatēts, ka 2. kārtas plantāciju pēcnācēji ir par vidēji 27% ātraudzīgāki nekā mežaudžu pēcnācēji (1.2. att.)

Šie dati liecina, ka ģenētiskās īpašības būtiski ietekmē sagaidāmos koku un audžu parametrus. Izmantojot stādīšanu, iespējams ne tikai izveidot vēlamo koku sugu sastāvu, bet arī iegūt ražīgākas mežaudzes.



1.2. attēls. Priedes sēkļu plantāciju pēcnācēju pārākums pār mežaudžu pēcnācējiem Latvijas rietumu daļā.

Nenoskaidrots paliek jautājums: vai sēkļu plantāciju pēcnācēji saglabās savas priekšrocības arī apstākļos, kādi prognozēti saskaņā klimata izmaiņu modeļiem? Viens no iespējamiem informācijas avotiem atbildes iegūšanai varētu būt Latvijā ar citvalstu sēkļu materiālu ierīkotie stādījumi. Piemēram, parastās priedes eksperiments, kur izmantots stādmateriāls no Zviedrijas vidusdaļas – teritorijas ar nedaudz īsāku veģetācijas periodu un zemākām temperatūrām nekā Latvijā (1.3. att.).

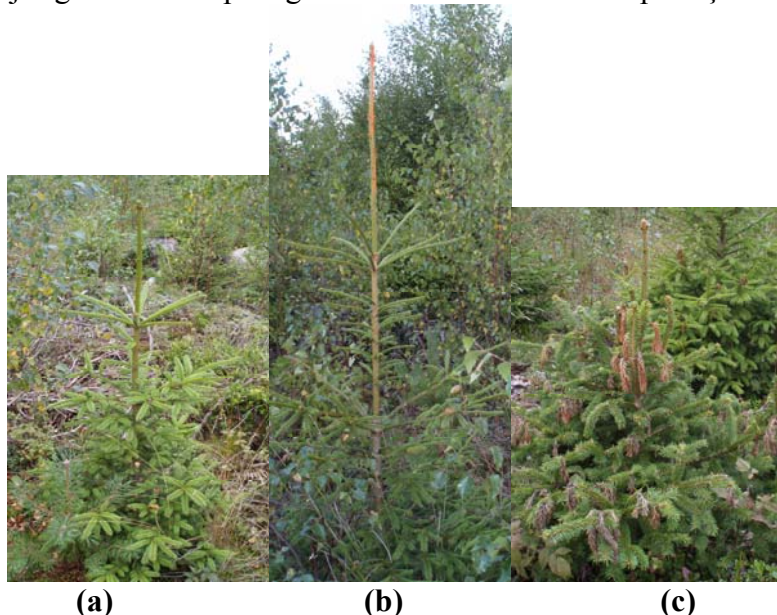


1.3. attēls. Zviedrijas vidusdaļas priežu sēkļu plantāciju un mežaudžu pēcnācēju produktivitāte un kvalitāte stādījumos Latvijā salīdzinājumā ar Latvijas priežu sēkļu plantāciju pēcnācējiem 21 gada vecumā (Baumanis u.c., 2001).

Redzams, ka ne Zviedrijas priežu krāja, ne saglabāšanās nav tik augsta kā Latvijas priežu sēkļu plantāciju pēcnācējiem. Tātad pārvestie koki nav spējuši pilnībā izmantot klimatisko apstākļu uzlabojumu (salīdzinot ar apstākļiem to sākotnējā augšanas vietā Zviedrijā). Tam ir samērā vienkāršs skaidrojums – dabiskās selekcijas procesā vairāku simtu paaudžu laikā katrā konkrētajā ģeogrāfiskajā vietā ir saglabājušies koki (genotipi), kas maksimāli izmanto pieejamos augšanai labvēlīgos resursus (g.k. tas attiecināms uz veģetācijas periodu), veidojot lielākus pieaugumus un izkonkurējot citus. Bojā iet tādi koki:

- 1) kas izmanto tikai daļu no konkrētās vietas veģetācijas perioda garuma, tādēļ ka to pieaugumi ir pārāk mazi, un blakus augošie koki tos apsteidz un nomāc;
- 2) kam ir tendence veģetācijas periodu „pagarināt”, līdz ar to šo koku jaunus dzinumus bieži bojā pavasara vai rudens salnas, tādēļ pieaugumi ir nelieli un blakus augošie koki tos apsteidz un nomāc.

Shematiski šī sakarība parādīta 1.4. attēlā. Pielāgošanās konkrētās vietas apstākļiem saistīta ar iedzimtiem faktoriem. Tādēļ, klimatam strauji mainoties (uzlabojoties), koki nespēj tūlītēji izmantot visus papildus pieejamos resursus, un atkal būs nepieciešami vairāki simti paaudžu, lai dabiskās selekcijas gaitā notiktu pielāgošanās izmainītā klimata apstākļiem.



1.4. attēls. Egle ar pārāk īsu (a), garu (c) un optimālu (b) izmantotā veģetācijas perioda garumu (foto: Ā. Jansons).

No meža īpašnieka viedokļa ir svarīgi iegūt maksimālo koksnes apjomu no katras meža paaudzes. Kā liecina piemērs ar Zviedrijas priežu stādījumu Latvijā (1.3. att.), pat klimatam strauji mainoties sagaidāms, ka sēkļu plantāciju pēcnācēju krāja būs lielāka nekā mežaudžu pēcnācējiem, tādēļ arī šajā gadījumā meža atjaunošanā lietderīgāka būs stādīšanas pielietošana, nevis paļaušanās uz dabisko atjaunošanos.

Turpinot mērķtiecīgu selekcijas darbu, kā tas plānots, ar saimnieciski nozīmīgākajām koku sugām Latvijā, nākamo kārtu sēkļu plantāciju pēcnācēju krāja rotācijas periodā būs augstāka (vai, attiecīgi, krājas samazināšanās klimata izmaiņu rezultātā – mazāka), nekā izmantojot meža atjaunošanā šobrīd ražojošo sēkļu plantāciju pēcnācējus vai paļaujoties uz dabisko atjaunošanos.

Meža selekcijas procesā, izvēloties (atlasot) kokus nākamo sēkļu plantāciju izveidošanai, tiek ņemta vērā ne tikai ātraudzība, bet arī citas pazīmes, kas sagaidāmo klimata izmaiņu ietekmē var būt izšķirošas audzes noturības, saglabāšanās, un līdz ar to arī oglekļa piesaistes, rekreācijas, dabiskās vides un iegūstamā koksnes apjoma nodrošināšanai:

- 1) rezistence – konstatēts, ka rezistenci lielā mērā nosaka ģenētiskie faktori, tādā veidā iespējams veikt pārbaudes un sēkļu plantācijām atlasīt tādus kokus, kuru pēcnācēji ir

noturīgi pret slimībām (piemērs: 1.5. att.). Tas īpaši nozīmīgi ir klimata izmaiņu situācijā, kad prognozējama pastiprināta slimību izplatība un ietekme;



1.5. attēls. Pret skujbiri nenoturīgas (sarkanajā aplī) un rezistentas (zaļajā aplī) priedes pēcnācēji kokaudzētavā, 2 gadu vecumā (foto: Ā. Jansons).

- 2) papildpieauguma veidošanās novēršana – atsevišķiem kokiem, galvenokārt eglei, novērojama tendence veģetācijas perioda otrajā pusē atkārtoti veidot augstuma pieaugumu. Tas pazemina koka kvalitāti: šādi pieaugumi bieži cieš no rudens salnām, līdz ar to pazeminās arī audzes produktivitāte. Pēdējos gados līdzīga tendence atsevišķās vietās novērota arī priedei (1.6. att.). Pēcnācēju pārbaudēs konstatēts, ka šī problēma atsevišķu priežu pēcnācējiem ir 0%-40% gadījumu. Tādēļ sēklu plantācijai iespējams atlasīt tikai tādus kokus, kam arī pagarinātas veģetācijas sezonas apstākļos neveidosies atkārtoti augstuma pieaugumi veģetācijas perioda beigās – tātd būs laba stumbra un koksnes kvalitāte.



1.6. attēls. Papildpieauguma veidošanās priedei veģetācijas perioda otrajā pusē stādījumā 3 gadu vecumā (foto: Ā. Jansons).

Secināms, ka, izmantojot meža atjaunošanai selekcionētu un pēc adaptācijai svarīgām pazīmēm atlasītu stādmateriālu (stādus no plantācijām, kas izaudzēti no sēklu plantācijās iegūtām sēklām), arī klimata izmaiņu situācijā būs iespējams nodrošināt būtiski augstāku mežaudžu produktivitāti un kvalitāti, nekā paļaujoties uz dabisko atjaunošanos.

2. Meža loma siltumnīcefekta gāzu piesaistē un klimata izmaiņu ietekmes mazināšanā (A. Lazdiņš)

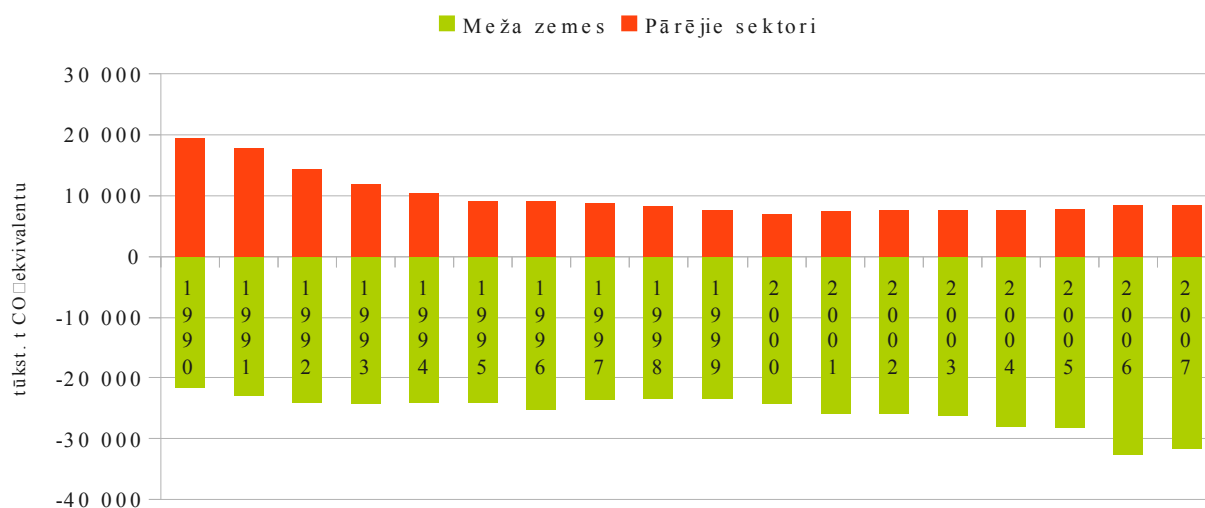
2.1. Normatīvi un starptautiskās saistības klimata aizsardzības jomā

Latvija apņēmusies pildīt starptautiskās saistības globālo klimata pārmaiņu novēršanai, 1992. gadā Riodežaneiro parakstot ANO Vispārējo konvenciju par klimata izmaiņām, kas LR Saeimā ratificēta 1995. gadā. Konvencijas mērķis ir samazināt siltumnīcefekta gāzu (SEG) koncentrāciju atmosfērā līdz tādām līmenim, kas novērstu bīstamu antropogēnu iejaukšanos klimata režīmā. Atbilstoši Konvencijas 1997.gada 11. decembra Kioto protokolam, ko Latvija parakstījusi 1998. gadā un LR Saeima ratificējusi 2002. gadā, Latvijai patstāvīgi vai sadarbībā ar citām valstīm jāpanāk, lai antropogēnie, tiešie SEG izmeši laika posmā no 2008. līdz 2012. gadam samazinātos par 8 %, salīdzinājumā ar izmešu līmeni 1990.gadā. Kioto protokolā ietverti trīs mehānismi SEG izmešu samazināšanai – starpvalstu līmenī īstenojami projekti, „tīrās” attīstības mehānismi un starptautiskā emisiju kvotu tirdzniecība.

Prognozes liecina, ka SEG izmešu daudzums 2010. gadā būs par 45-46% mazāks nekā 1990. gadā, bet, īstenojot pasākumus SEG emisiju samazināšanai, par 49-51% mazāks salīdzinājumā ar 1990. gadu. Tādējādi abu scenāriju īstenošanas gadījumā Latvija var izpildīt Kioto protokolā noteiktās saistības, kā arī iekļauties starptautiskajā emisiju tirdzniecībā. Paredzams, ka 2020. gadā emisiju samazināšanās bāzes scenārijā būs par 35%, bet, īstenojot atbalsta pasākumus, par 45% mazāka nekā 1990. gadā.

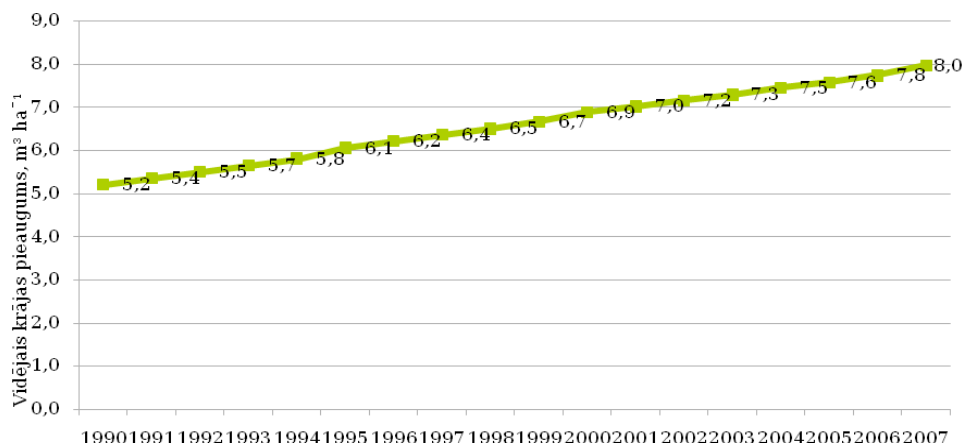
2.2. Oglekļa piesaiste meža biomasā un augsnē

Siltumnīcefekta gāzu emisijas un piesaistes summa meža zemēs 2007. gadā bija 31 730 tūkst. t CO₂ ekvivalentu. Visu SEG inventarizācijas pārskatā iekļauto sektoru (mežs, enerģētika, rūpniecība, organisko šķīdinātāju ražošana un izmantošana, lauksaimniecība un atkritumu saimniecība) emisiju salīdzinājums ar to summāro piesaisti meža zemēs atspoguļots 2.1. attēlā. Redzams, ka 1990. gadā piesaiste meža zemēs bijusi tikai nedaudz lielāka par kopējām pārējo sektoru emisijām, turpretī 2007. gadā summārā piesaiste meža zemēs 3 reizes pārsniegusi kopējās emisijas, ko izraisījis gan rūpnieciskās ražošanas apsūkums, gan CO₂ piesaistes pieaugums meža zemēs.



2.1. attēls. Siltumnīcefekta gāzu emisiju un piesaistes salīdzinājums meža zemēs un pārējos tautsaimniecības sektoros (SEG inventarizācijas pārskats, 2009).

CO₂ piesaistes pieaugums meža zemēs saistīts ar vidējā krājas pieauguma palielināšanos par 53% no 1990. līdz 2007. gadam (2.2. att.). Tas savukārt saistīts gan ar iepriekšējos gadu desmitos veiktajiem meža apsaimniekošanas pasākumiem (t.sk. selekciju un meža stādīšanu, jaunaudžu kopšanu), gan ar mežaudžu vecuma struktūras izmaiņām – palielinājies briestaudžu īpatsvars un tajās ir samērā liels krājas pieaugums.



2.2. attēls. Krājas pieauguma izmaiņas meža zemēs (SEG inventarizācijas pārskats, 2009).

Izsakot krājas pieaugumu naudas izteiksmē (emisiju kvotu tirdzniecības shēmas ietvaros 1 tona CO₂ šobrīd izmaksā ap 20 EUR), 8,0 m³ ha⁻¹ krājas pieaugums gadā pielīdzināms aptuveni 250 EUR, bet summārais biomasas pieaugums meža zemēs – 635 milj. EUR. Saskaņā ar starpvalstu vienošanos, pirmajā pārskata periodā (2008.-2012.g.) Latvija var pārdot 4,0 milj. t CO₂ emisiju kvotu, ko veido tā piesaiste meža zemēs. Naudas izteiksmē tas ir 80 milj. EUR. Otrajā pārskata periodā mainīsies siltumnīcefekta gāzu uzskaites sistēma un pārdodamo emisiju kvotu daudzums var būtiski palielināties, taču, lai to izmantotu, ir jāīsteno tādi meža apsaimniekošanas pasākumi, kas nodrošinātu piesaistes palielināšanos, salīdzinot ar 1990. gadu. Emisiju kvotu tirdzniecībā iegūtie līdzekļi valstij jāiegulda tādos projektos, kas sekmētu SEG emisiju samazināšanos un CO₂ piesaisti, tajā skaitā meža zemēs. Attiecīgi, emisiju tirdzniecības shēma paver jaunas iespējas arī meža īpašniekiem, jo valsts ir ieinteresēta ieguldīt līdzekļus tādos projektos, kas dod vislielāko atdevi SEG emisiju samazināšanas kontekstā, kur mežam ir liels, vēl neizmantojams potenciāls. Meža nozarē šādi projekti varētu būt saistīti gan ar meža ekonomiskās vērtības paaugstināšanu (apmežošana, sugu sastāva uzlabošana, jaunaudžu kopšana meža un lauksaimniecības zemēs), gan kokrūpniecības atbalstīšanu, lai palielinātu uz vietas saražojamo un patērējamo koksnes produktu īpatsvaru, gan bioenerģijas projekti, kas stimulētu meža apsaimniekošanu un ļautu aizstāt fosilo kurināmo energoapgādē. Ņemot vērā, ka lielākā daļa CO₂ piesaistes (gan uz platības vienības, gan valstī kopumā) Latvijā veidojas saimnieciskajos mežos, alternatīvs risinājums būtu mežizstrādes ierobežošana, lai palielinātu veco mežu īpatsvaru, taču tas ilgtermiņā izraisītu pretēju efektu – mežaudzēm novecojot, krājas pieaugums samazinātos. Jāņem vērā arī tas, ka galvenais dzinulis meža infrastruktūras izveidošanai un uzturēšanai ir koksnes produktu ieguves iespēja, pretējā gadījumā mežizstrādes ierobežošana novestu pie meža infrastruktūras sabrukuma, mežaudžu pārpurvošanās un krājas pieauguma samazināšanās. Rezultātā, neskatoties uz šķietami dabai draudzīgu meža apsaimniekošanu, saimnieciskās darbības ierobežošana mežā Latvijā var radīt situāciju, kad mežs no CO₂ piesaistītāja kļūst par vienu no lielākajiem emisiju avotiem.

Kopējo oglekļa piesaisti katram meža hektāram veido 3 komponenti: 1) dzīvā biomasā – piesaiste augošajos kokos; 2) nedzīvā biomasā – pieauguma atmirums; 3) nedzīvā meža zemsegā un augsne.

CO₂ piesaiste mežā sākas ar fotosintēzes procesu – saistot 1 CO₂ molekulu, augi izdala atmosfērā 1 O₂ molekulu. Ogleklis paliek piesaistīts ogļhidrātos, piemēram, glikozē un fruktozē. Oglekļa koncentrācija augu biomasā vidēji sastāda 50 %, bet koksnes blīvums - vidēji 500 kg m⁻³ (eglei ap 420 kg m⁻³, bērzam ap 600 kg m⁻³). Pieņemot vidējās koksnes mitruma un virszemes/pazemes biomasas attiecību vērtības, var aprēķināt, cik daudz oglekļa ir piesaistījusi katra konkrētā mežaudze, atkarībā no kopējās krājas un sugu sastāva. Zemāk dotajā piemērā redzams CO₂ piesaistes aprēķins bērzu un egļu audzē ar kopējo krāju 210 m³ ha⁻¹.

Aprēķinu izejas dati:

stumbra krāja ar mizu (A):
 bērzu audze - $210 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$;
 egļu audze - $210 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$;

koksnes blīvums (B):
 bērzs - $0,6 \text{ t}_{\text{sausnes}} \text{ m}^{-3}$;
 egle - $0,4 \text{ t}_{\text{sausnes}} \text{ m}^{-3}$;

pārrēķinu koeficients no stumbra koksnes uz virszemes biomasu (C):
 bērzs - 1,30;
 egle - 1,35;

pārrēķinu koeficients no virszemes uz pazemes biomasu (D):
 bērzs - 0,32;
 egle - 0,32;

oglekļa koncentrācija biomasā (E) - $0,5 \text{ t}_{\text{C}} \text{ t}_{\text{sausnas}}^{-1}$;
 koeficients pārrēķinam no oglekļa uz CO_2 (F) - 3,667.

CO_2 piesaistes aprēķins:

bērzu audzē piesaistītā CO_2 (G_B) aprēķins:

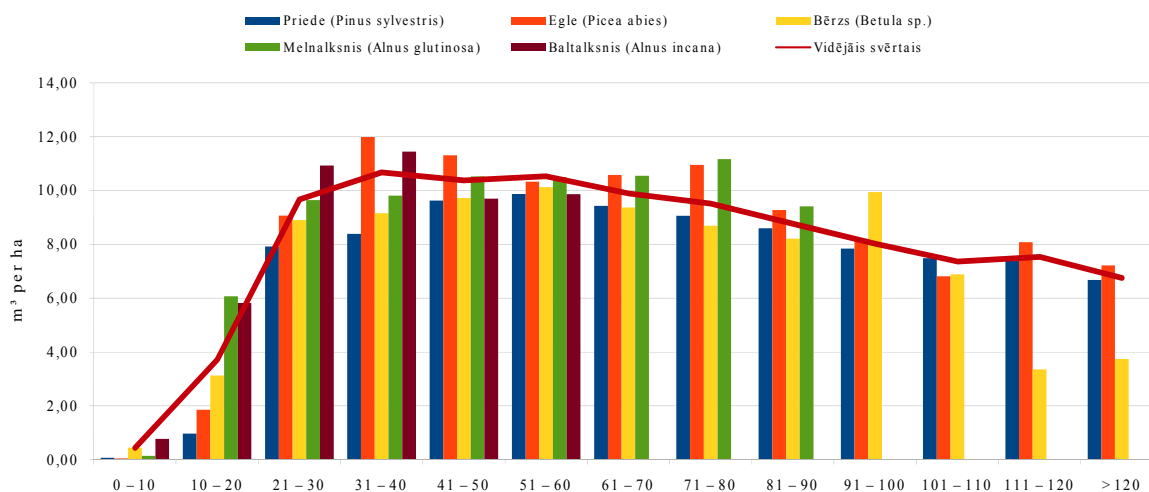
$$G_B = A_B * B_B * C_B * (1 + D_B) * E * F = 210 * 0,6 * 1,30 * (1 + 0,32) * 0,5 * 3,667 = 396 \text{ t}_{\text{CO}_2} \text{ ha}^{-1}$$

egļu audzē piesaistītā CO_2 (G_E) aprēķins:

$$G_E = A_E * B_E * C_E * (1 + D_E) * E * F = 210 * 0,4 * 1,35 * (1 + 0,32) * 0,5 * 3,667 = 275 \text{ t}_{\text{CO}_2} \text{ ha}^{-1}$$

Rezultāti liecina, ka egļu audze, ar kopējo stumbra krāju $210 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, ir piesaistījusi ap 275 tonnas CO_2 , savukārt bērzu audze, ar tādu pašu stumbra koksnes krāju, piesaistījusi 396 tonnas CO_2 .

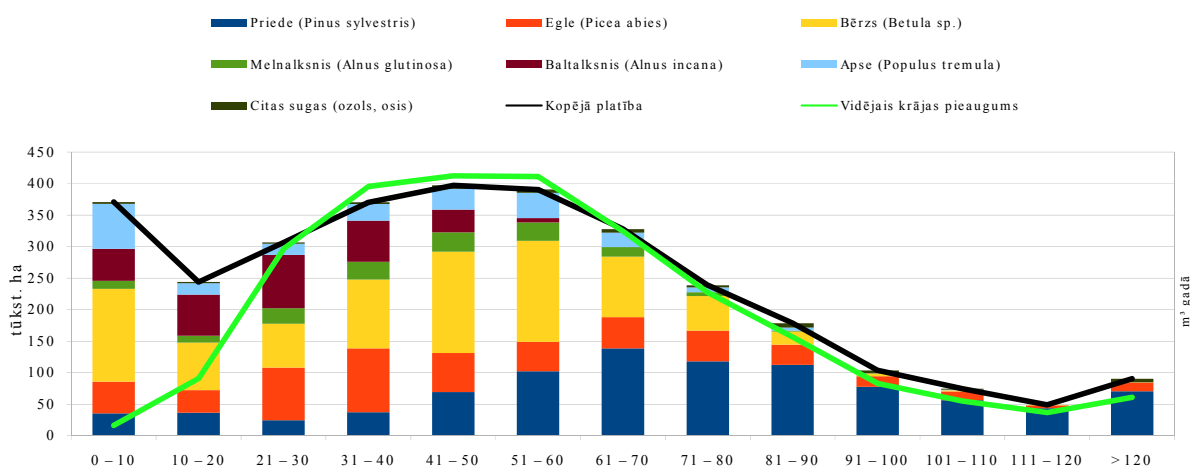
Jāņem vērā, ka krājas pieaugums, un attiecīgi CO_2 piesaiste, nenotiek vienmērīgi visā mežaudzes mūžā. 2.3 attēlā redzams, ka jaunaudzēs (0-20 gadu vecumā) pieaugums ir salīdzinoši neliels, turpmāk tas palielinās un saglabājas salīdzinoši augsts līdz pat 80 gadu vecumam, kad sāk pakāpeniski samazināties. Visilgāk labus pieauguma rādītājus no Latvijā izplatītākajām koku sugām saglabā priede un egle.



2.3.attēls. Vidējais krājas pieaugums dažādu koku sugu mežaudzēs (MSI, 2009).

Vērtējot Latvijas mežaudžu vecuma struktūru un kopējo krājas pieaugumu dalījumā pa vecuma klasēm (2.4. att.), redzams, ka pārsvarā mežaudzes ir jaunākas par 80 gadiem, un tieši šajās audzēs (neskaitot līdz 20 gadu vecās jaunaudzēs) veidojas lielākā daļa krājas pieauguma. Tas nozīmē, ka tiek nodrošināta visintensīvākā CO_2 piesaiste. Salīdzinoši lielais 0-10 gadus vecu jaunaudzju īpatsvars skaidrojams ar intensīvu lauksaimniecības zemju apmežošanas pēdējo 20 gadu laikā. Izplatītākā valdošā suga šajās audzēs ir bērzs (*ar lielu koksnes blīvumu*

un ilgstošu, stabilu krājas pieaugumu), tāpēc nākotnē šīs mežaudzes var dot būtisku ieguldījumu CO₂ piesaistē, ar nosacījumu, ka tās tiek pienācīgi apsaimniekotas.



2.4. attēls. Dažāda vecuma mežaudžu platība un krājas pieaugums (MSI, 2009).

Sakarības, kas atspoguļotas 2.3. un 2.4. attēlā, apliecina meža apsaimniekošanas nozīmīgo lomu: bez meža izstrādes un tai sekojošas atjaunošanas pieaugtu vecu mežaudžu – ar mazu krājas pieaugumu – īpatsvars. Paļaujoties uz dabisko atjaunošanos, vairākumā gadījumu audžu veidošanās noritētu ievērojami lēnāk, līdz ar to garāks būtu arī periods, kad krājas pieaugums ir vismazākais. Intensīva meža apsaimniekošana ļauj no katra meža hektāra iegūt iespējami daudz koksnes produktiem ar ilgu izmantošanas ciklu (būvmateriāli, mēbeles, u.tml.), kas nodrošina:

- 1) tūlītēju, no fosiliem materiāliem izgatavotu produktu aizstāšanu, tādējādi samazinot SEG emisijas;
- 2) ilgstošu meža augšanas gaitā piesaistītā oglekļa saglabāšanos produktos, tādējādi samazinot tā koncentrāciju atmosfērā.

Fosilo izejvielu aizstāšanu nodrošina arī koksnes izmantošana enerģētikā, kas būtībā nozīmē meža augšanas laikā piesaistītā oglekļa atbrīvošanu, taču šis ogleklis tiks atkal saistīts nākamajā meža aprites ciklā. Tādēļ process ir dabai ievērojami draudzīgāks nekā papildu SEG emisijas, piemēram, enerģijas iegūšanai (sadedzinot) izmantojot ogles vai mazutu.

Turklāt, novirzot nelielu daļu koksnes realizācijā iegūto līdzekļu meža atjaunošanai ar selekcionētu stādmateriālu un intensīvai jaunaudžu kopšanai, nākamajā meža aprites ciklā iespējama oglekļa piesaiste lielākā apjomā nekā iepriekšējā ciklā.

Tādēļ meža apsaimniekošanā ir svarīgi ņemt vērā arī šādu CO₂ piesaistes aspektu: veco audžu atjaunošana, kā arī jaunaudžu un briestaudžu sastāva uzlabošana nodrošinās intensīvāku oglekļa piesaisti.

Augsne un nedzīvā zemsega ir lielākās oglekļa krātuves meža zemēs: starptautiskā augsnes un bioloģiskās daudzveidības projekta BioSoil rezultāti liecina, ka organiskā oglekļa (C_{org}) vidējais daudzums minerālaugsnēs līdz 80 cm dziļumam Latvijā ir 215 t ha⁻¹, bet organiskajās augsnēs (kūdras slāņa biezums vismaz 30 cm) – 651 t ha⁻¹. Pārreķinot pēc piesaistītā CO₂, tas atbilst 788 t ha⁻¹ minerālaugsnēs un 2387 t ha⁻¹ organiskajās augsnēs. Salīdzinājumam, priežu audžu vidējā stumbra krāja 101-110 gadu vecumā ir 321 m³ ha⁻¹, kas atbilst 504 t CO₂. Tomēr jāņem vērā, ka oglekļa piesaiste augsnē notiek daudz lēnāk nekā koku biomasā, tāpēc, plānojot saimniecisko darbību, pret augsnē un nedzīvajā zemsegā uzkrāto oglekli jāizturas saudzīgāk nekā pret virszemes biomasu, kas atjaunojas straujāk. Saimnieciskās darbības ietekme uz oglekļa piesaisti meža augsnēs ir maz pētīta un nereti devusi pretrunīgus rezultātus. Piemēram, meža meliorācija, it īpaši organiskajās augsnēs, būtiski palielina CO₂ un slāpekļa oksīda (N₂O) emisiju, bet tajā pat laikā būtiski samazinās metāna (CH₄) emisiju apjomu. N₂O siltumnīcefekts ir 130 reizes lielāks nekā no CO₂; CH₄ siltumnīcefekts ir 21 reizi lielāks nekā no CO₂. Tajā pat laikā nosusinātās skujkoku audzēs CO₂ emisija (uzkrājuma

samazināšanās augsnē) ir lielāka nekā, piemēram, bērzu audzēs. Nosusinātās minerālaugsnēs, it īpaši lapu koku audzēs, notiek oglekļa uzkrāšanās augsnē un nedzīvajā zemsegā, tomēr ticamu datu par faktisko piesaistes apjomu un saimnieciskās darbības ietekmes ilgumu pagaidām trūkst. Lai maksimāli izmantotu meža potenciālu klimata izmaiņu mazināšanai, svarīga ir audžu mērķtiecīga apsaimniekošana, nodrošinot intensīvu biomasas pieaugumu, kā arī kokmateriālu un citu koksnes produktu izmantošanas intensificēšana visos tautsaimniecības sektoros.

3. Klimata izmaiņu ietekme uz augsni (D. Lazdiņa)

Augsne sastāv no minerālu daļiņām, ūdens un organiskās vielas, tostarp dzīvjiem organismiem. Tā ir komplekss, dinamisks un dzīvs resurss, kas nodrošina daudzas svarīgas funkcijas – pārtikas un biomasas ražošanu, tādu vielu kā ūdens, ogleklis un slāpeklis akumulāciju, filtrāciju un transformāciju.

Jau iepriekšējā nodaļā norādīts, ka meža augsnes ir nozīmīgs oglekļa piesaistes avots. Pasaules mērogā augsnēs ir aptuveni divas reizes vairāk oglekļa nekā atmosfērā un trīs reizes vairāk oglekļa nekā visā augu valstī. Augsnes organiskajai vielai sadaloties, CO₂ atbrīvojas un nonāk atmosfērā. Mainoties klimatam (garāka veģetācijas sezona, augstāka temperatūra), sagaidāms, ka straujāk noritēs arī augsnes mineralizācijas procesi – ātrāk noārdīsies augsnē esošās organiskās vielas, ko veidojušas augu atliekas. Tas nozīmē, ka mainīsies līdzsvars starp ogļskābās gāzes piesaisti augu biomasā un ogļskābās gāzes atbrīvošanos organisko vielu noārdīšanās procesā dažādās augsnēs. Lai nodrošinātu kopējās meža ekosistēmas piesaistītā oglekļa apjoma saglabāšanos, būtiski būs gan maksimāli paaugstināt mežaudžu produktivitāti (piesaistot oglekli koksnē), gan iespējami saudzīgāk veikt augsnes apstrādi (iespējami mazāk atbrīvojot piesaistīto oglekli).

LVMI “Silava” Meža vides laboratorijas speciālistu vadībā veikti pētījumi par augšņu stāvokli Latvijas meža zemēs, kā arī labu augsnes apstrādes praksi. Sagatavoti zinātniski pamatoti informatīvie materiāli: “Ieteikumi, kā samazināt smagās mežizstrādes tehnikas ietekmi uz meža augsni” un “Augsnes apstrāde meža atjaunošanai” (<http://www.lvm.lv/lat/mezs/publikacijas/>), kur skaidroti jautājumi, kas saistīti ar augsnes degradācijas un sablīvēšanās riska mazināšanu un labu mežizstrādes un meža augsnes sagatavošanas tehnikas izmantošanas praksi (3.1. att.).



3.1. attēls. Informatīvie materiāli par augsnes apstrādi.

Klimata izmaiņu kontekstā turpinās augsnes īpašības ietekmējošo procesu (organiskās vielas akumulācija; vēja, ūdens un krasta erozija; augsnes paskābināšanās) izpēti (A.Kārklīņš 2007; A.Lazdiņš 2008; O.Nikodemus, R.Kasparinskis 2009). Prognozējot pieaugošu biomasas izmantošanu enerģētikā (aizstājot fosilos materiālus un samazinot klimata izmaiņas), tiek vērtēta Latvijas apstākļiem piemērotākā biomasas ieguves tehnika un tehnoloģija, kas nodrošinātu augsnes kvalitātes saglabāšanos (A.Lazdiņš 2008; V. Lazdāns, 2008). Drīzumā tiks izstrādātas arī attiecīgas rekomendācijas.

Augsnes kvalitātes jautājumi ietverti arī abās Latvijas meža nozarē izmantotajās sertifikācijas sistēmās (FSC, PEFC), kas nosaka vispārēju principu, ka, apsaimniekojot mežu, ir saglabājama bioloģiskā daudzveidība un ar to saistītās vērtības – ūdens resursi (novēršot to piesārņošanu, t.sk. no augsnes erozijas) un augsne. Veicami pasākumi augsnes struktūras, auglības un bioloģiskās aktivitātes saglabāšanai vai uzlabošanai.

Lai to nodrošinātu, paredzēti stingri ierobežojumi mēslojuma (notekūdeņu dūņas un to komposts) izmantošanai, monitoringam, kontrolei (PEFC) vai mēslošanas līdzekļu (izņemot koksnes pelnus) pielietošanas pilnīgs aizliegums (FSC). Abas sistēmas paredz buferjoslu saglabāšanu ap purviem un ūdeņiem.

Mežistrādes darbi slapjās minerālaugsnēs un slapjās kūdras augsnēs veicami tādos laika apstākļos un/vai ar tādām metodēm, kas nodrošinātu augsnes virskārtas iespējami mazāku bojāšanu; ciršanas atliekas minētajos gadījumos iekļājamās treilēšanas/pievešanas ceļos. Aizliegts izmantot tādas metodes un tehnoloģijas, kas izraisa lokālu un pastiprinātu augsnes sablīvēšanos, pārpurvošanos vai vēja un ūdens eroziju. Noteikts, ka mežizstrādes tehnoloģijas un to pielietošanas intensitāte, ceļu būve, taku ierīkošana un uzturēšana, kā arī stādīšanai izvēlētās sugas nedrīkst ilgtermiņā bojāt augsni vai kaitēt ūdens kvalitātei. Laika periodā no 1. marta līdz 30. jūnijam aizliegta augsnes mehānizēta sagatavošana (FSC).

Noteikts, ka arī plantāciju apsaimniekošana veicama, neradot būtisku kaitējumu augsnei un ūdens ekosistēmai.

Plantāciju kultūru izmantošana specifiskos gadījumos var ne tikai nodrošināt biomasu videi draudzīgām enerģijas ieguves sistēmām, bet arī samazināt no lauksaimniecības zemēm ūdeņos ieplūstošā piesārņojuma apjomu un novērst ar to saistīto ūdenstilpņu eutrofikāciju. Runa ir par ātraudzīgu kokaugu plantāciju izvietojumu ap ūdenstecēm lauksaimniecības zemēs (3.2. att.). Šādu stādījumu ierīkošana vienlaikus palīdzētu efektīvi izmantot mēslošanā ieguldītos līdzekļus. Tai ir arī īpaša nozīme sagaidāmo klimata izmaiņu situācijā, kad tiek prognozēti biežāki intensīvie nokrišņi (lietus gāzes). Gaidāms arī palielināts nokrišņu daudzums, ko saņems nesasalusi augsne veģetācijas miera periodā, kad augsnē esošās barības vielas nepiesaista augi un vēl nav arī izveidojusies viengadīgo augu sakņu sistēma. Minētie apstākļi īpaši veicina barības vielu izskalošanos.



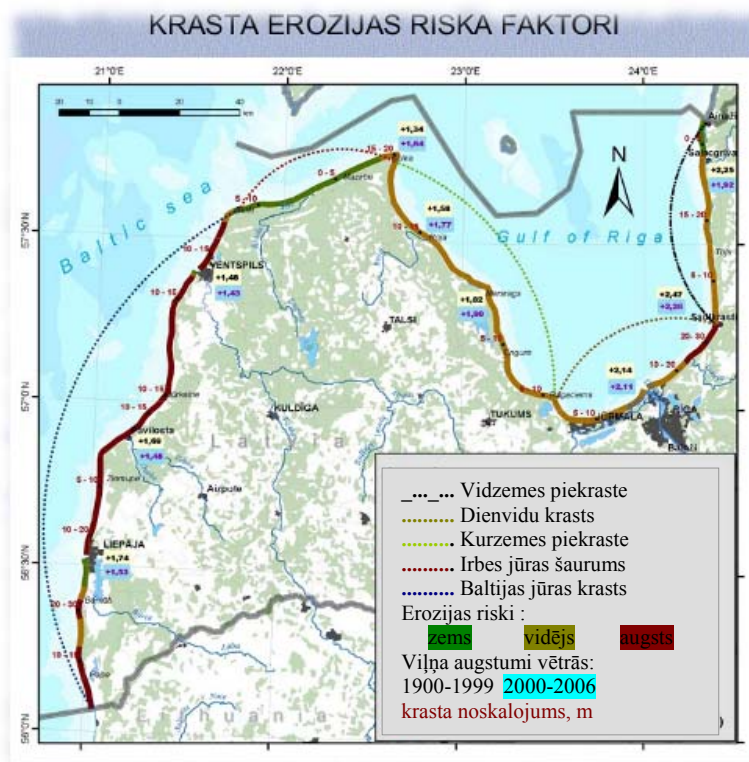
noteces virziens —————

grāvis —————

3.2. attēls. Kārķu plantācija gar grāvja malu, kas veicina no lauka aizplūstošo barības vielu efektīvu izmantošanu (foto: Ā. Jansons).

Kārķi efektīvi izmanto papildus barības vielas lielākas biomasas producēšanai. 3.2. attēlā redzams, ka kreisajā malā (no kuras ar ūdeņiem uz grāvja pusi aizplūst barības vielas) krūmi ir augstāki nekā pie paša grāvja, kur lielākā daļa barības vielu jau „nofiltrētas”. Tas apstiprina aprakstīto sakarību – plantācija ne tikai producē ievērojamu biomasas apjomu, bet arī aizkavē mēslojuma nelietderīgu aizplūšanu un ūdenstilpnes piesārņošanu.

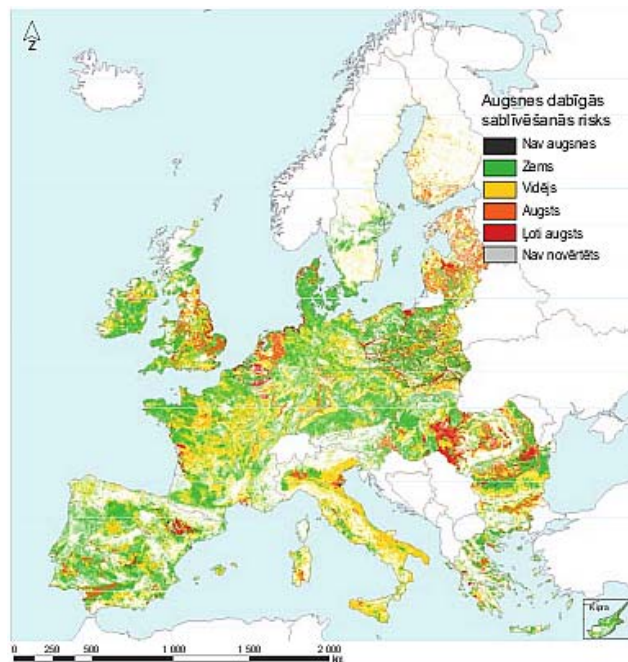
Klimata izmaiņu kontekstā atsevišķās Latvijas teritorijas daļās būtiski ir arī augsnes erozijas riski, kas nav tieši saistīti ar lauksaimniecisko darbību. Nozīmīgākā no šādām teritorijām ir piekrastes josla, kur jau vēsturiski veikti nostiprināšanas darbi. Pēc Otrā pasaules kara plūstošos smiltājus noklāja ar priežu zariem, tad stādīja priedes, kā arī veidoja priekškapu aizsargjoslas ar kārkļu un citu krūmu stādījumiem. Pašlaik pieaugošo Latvijas jūras krastu eroziju sekmējošos faktorus apzina un pēta LU Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultātes Jūras krastu laboratorijas zinātnieki G.Eberhards, I.Purgailis, kuri atzīst, ka problēmu cēlonis ir cilvēku darbība krasta zonā (ostu ietekmēts sanešu deficīts: ostu moli aiztur sanešu plūsmu u.c.) un Zemes garozas vertikālās kustības (celšanās, grimšana), kā arī vētru atkārtotamība ar 1-2 gadu intervālu, jo tikai spēcīgu vētru laikā (1-3 reizes gadā) notiek nozīmīgākie krastu izskalojumi (90 –95%). Jūras krasta joslas eroziju ietekmē arī klimata pārmaiņas – krasta ledus un pludmales sasaluma izžušana un upju sanešu ieneses samazināšanās –, kas veicina krasta joslas izskalošanos piejūrā (3.3. att.). Spēcīgas vēja brāzmas mežos izgāž liela izmēra kokus ar visām saknēm, izjaucot augsnes virskārtas struktūru un veicinot mineralizēšanās procesu. Vējgāžu un vėjlaužu profilakses jautājumi apskatīti nākošajā nodaļā.



3.3. attēls. Vēja un ūdens erozijas ietekme Latvijas teritorijā (attēls no Eberhards, Purgailis, 2008).

Pētījumi par klimata izmaiņu iespējamo ietekmi uz augsni, tās sastāvu un tajā dzīvojošajiem organismiem Latvijā veikti arī starptautiskā projekta „Ilgspējīga lauksaimniecība un augsnes saglabāšana” (SoCo) ietvaros (<http://soco.jrc.ec.europa.eu>). Konstatēts, ka, salīdzinot ar citām Eiropas valstīm, Latvijā ir vidējs līdz ļoti augsts augsnes sablīvēšanās risks (3.4. att.).

Augsnes sablīvēšanās dēļ samazinās ūdens infiltrācijas ātrums augsnē, tādējādi palielinot virszemes noteci reljefa slīpajos nogabalos un barības vielu izskalošanos, kuras negatīvā ietekme aprakstīta jau iepriekš. Sablīvēšanās var izraisīt applūšanu, iznīcinot augsnes struktūru veidojošo daļiņu agregātus un izraisot zemes garozas veidošanos. Tās rezultātā samazinās augsnes porainība un caurlaidība: augsnes poras tiek noslēgtas, traucējot ūdens un gāzu apmaiņu augsnē un tādējādi radot ūdens un skābekļa trūkumu augsnē, kas savukārt kavē sakņu augšanu. Augsnes sablīvēšanās samazina tās spēju uzsūkt ūdeni un piegādāt skābekli augu saknēm.



3.4. attēls. Augsnes erozijas risku attēlojums Eiropas kartē (attēls no http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/soil_atlas/).

Latvijā augsnes dabiskā sasāļošanās un sodifikācija, salīdzinot ar citām Eiropas Savienības valstīm, ir minimāla. Mūsu apstākļos šos procesus varētu ietekmēt cilvēka saimnieciskā darbība: irigācija, izmantojot ūdeni ar augstu sāļu saturu; gruntsūdens līmeņa paaugstināšanās cilvēka darbības dēļ (infiltrācija no kanāliem vai ūdenskrātuvēm bez gultnes vai pamatnes oderējuma, nevienāda irigācijas ūdens pievadīšana, apstākļiem nepiemēroti irigācijas paņēmieni, nepietiekama drenāža); minerālmēsļu un citu materiālu lietošana – īpaši gadījumos, kad lauksaimniecībā intensīvi izmantojamo augšņu caurlaidība ir zema un izskalošanās iespējas ierobežotas; irigācija, izmantojot notekūdeņus ar augstu sāļu saturu; notekūdeņu ar augstu sāļu saturu novadīšana augsnē; augsnes piesārņošana, ko rada ūdeņi ar augstu sāļu saturu un rūpniecības blakus produkti. Tādēļ, apsverot iespējas ierīkot irigācijas sistēmas biomasas ieguvei izveidotās ātraudzīgu koku plantācijās, nepieciešams rūpīgi izvērtēt minētos riskus, lai novērstu augsnes kvalitātes pazemināšanos.

Temperatūras paaugstināšanās veicina organiskās vielas noārdīšanos augsnē. Organisko vielu noārdīšanās procesā, kā jau minēts iepriekš, atmosfērā izdalās ogļskābā gāze. Taču tām ir arī citas būtiskas funkcijas: organiskās vielas saturošām augsnēm ir labāka struktūra, kas veicina ūdens infiltrāciju un samazina augsnes sablīvēšanās risku. Augsnēs, kas satur vairāk sīko augsnes daļiņu, organisko vielu saturs parasti ir lielāks; tās labāk saglabā barības vielas un ūdeni, tādējādi nodrošinot augu augšanai piemērotus apstākļus. Augsnes organiskā viela ir augsnes faunas barības avots: tā veicina augsnes bioloģisko daudzveidību, nodrošinot augiem nepieciešamo barības vielu, piemēram, slāpekļa, fosfora un sēra krātuves funkciju; augsnes auglība ir galvenokārt atkarīga no augsnes organiskās vielas. Augsnes organiskais ogleklis nostiprina augsnes struktūru, uzlabojot sakņu augšanas fizisko vidi. Organiskā viela absorbē ūdeni – tā spēj saistīt ūdeni, kura masa sešas reizes pārsniedz pašas organiskās vielas masu, nodrošinot veģetāciju dabīgi sausās augsnēs un periodiska mitruma apstākļos, kāds nākotnē tiek prognozēts arvien biežāk.

Svarīgi atcerēties, ka skuju koku mežos noris dabīgs augsnes paskābināšanās process, kas garākā veģetācijas sezonā būs straujāks, jo veidosies lielāks ikgadējais skuju nobiru daudzums. Tādēļ būtiski ir veikt intensīvu meža apsaimniekošanu, lai nodrošinātu ne tikai augstu iegūstamās produkcijas apjomu, bet arī pietiekamu nobiru daudzumu augsnes organiskās vielas aprītei un tās krājumu neizsīkšanai. Tādēļ pieaugs lapu koku audžu un plantāciju ierīkošanas nozīme ne tikai atjaunojamā kurināmā ieguves kontekstā, bet arī organiskās vielas rezervju veidošanas un oglekļa dioksīda akumulēšanas nodrošināšanā.

4. Klimata izmaiņu radītie meža audzēšanas riski un to samazināšanas iespējas (J. Donis)

4.1. Problēmas vispārējās nostādnes

Mežs, kā jebkura ekosistēma, sastāv no biocenozes un vides. Biocenoze ir dzīvo organismu kopa, savukārt vide ir apstākļu kopums, kas ietekmē biosistēmu un pakāpeniski mainās savstarpējas mijiedarbības procesā (Liepa et al., 1991). Latvijas meži ir uzskatāmi par daļēji dabiskiem (TBFRA, 2000), bet nenoliedzama ir arī cilvēka saimnieciskās darbība ietekme. Meža izmantošanā ir ieinteresētas vairākas tautsaimniecības nozares: mežsaimniecība, medniecība, kokrūpniecība, tūrisms u.c., taču meža resursu atjaunošanā iesaistīta tikai viena nozare – mežsaimniecība.

Iespējamās klimata izmaiņas un to izraisošie faktori var ietekmēt gan nedzīvās (abiotiskās) ekosistēmas komponentus, gan arī dzīvās (biotiskās) ekosistēmas komponentus. Šīm izmaiņām var būt ne vien aditīvs (summējošs), bet arī multiplikatīvs (reizinošs) efekts. Piemēram, paaugstināta vējgāzu varbūtība var vairākkārt palielināt egļu astoņzobu mizgraužu radītā kaitējuma apjomu.

Literatūrā atrodama virkne dažādu ar riska novērtēšanu saistītu definīciju. Piemēram, *apdraudējums* ir potenciāls kaitējuma avots, un *risks* ir kaitējuma varbūtības un kaitējuma smaguma kombinācija. Savukārt citi pētnieki uzskata, ka risks ir sagaidāmie zaudējumi specifisku apdraudējumu rezultātā attiecīgā laika periodā un platībā (Biro, Gollierm, 2001). Par zaudējumiem tiek uzskatīta objekta īpašību pasliktināšanās vai tā pilnīga iznīcināšana.

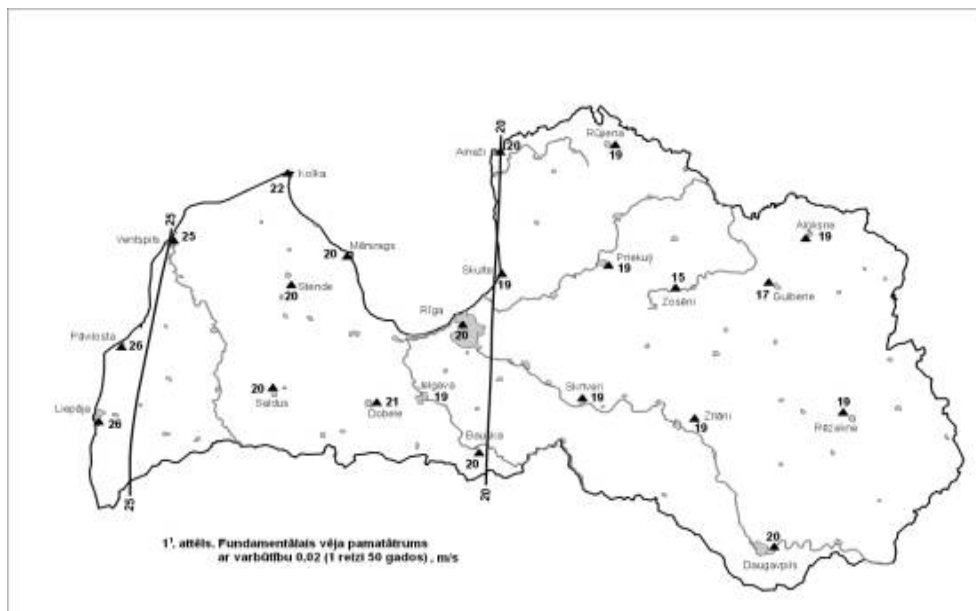
Vērtējot risku, svarīga ir gan objekta pakļautība apdraudējuma iedarbībai, ņemot vērā telpiskos aspektus (ģeogrāfiskais, topogrāfiskais u.c.), gan arī objekta jutīgums – konkrētā objekta raksturojums, kas var ietekmēt saņemtās „devas” un atbildes reakcijas attiecību, proti, attiecību starp apdraudējuma raksturu un tā rezultātā objektam nodarītā kaitējuma apjomu.

Veicot riska novērtējumu un izstrādājot riska mazināšanas „vadības” sistēmu un pieņemot attiecīgus lēmumus par saimniecisko rīcību, svarīga ir arī lēmumpieņēmēja attieksme pret risku, kas var izpausties 3 atšķirīgās riska „vadības” stratēģijās: piesardzīgajā, apsvērtajā un riskantajā.

Turpmākajās apakšnodaļās apskatīti tikai divi abiotiskie vides faktori – vējš un uguns –, kas var būt nozīmīgi riska avoti iespējamo klimata izmaiņu kontekstā.

4.2. Vējš

Vējš ir gaisa masu kustība attiecībā pret Zemes virsmu (Liepa et al., 1991). Latvijā par nozīmīgiem riska avotiem uzskatāmi ārpus tropiskās zonas ciklonu vēji, negaisa vētras un virpuļviesuļi. Cikloni var aptvert teritorijas pat 4000 km diametrā, bet to darbības ilgums konkrētajā vietā - sasniegt 3 diennaktis. Negaisa vētru dimensijas mērāmas desmitos kilometru, un to ilgums vienā vietā ir līdz 30 minūtēm. Savukārt virpuļviesuļi mēdz būt līdz 2 km plati un var izplatīties 400 km garumā (Quine, Gardiner, 2007). Vairāk vai mazāk paredzamas ir ciklonu vētras; savukārt negaisa vētru un virpuļviesuļu gadījumā grūti prognozējamas ir to trajektorijas. Koku jutīgumu pret šiem riska faktoriem ietekmē: koku dimensijas un forma, sakņu sistēmas lielums, mežsaimnieciskās darbības radītās izmaiņas mežā u.c. Lai arī reģionālās vēja klimata prognozes ir visai pretrunīgas, tomēr pārsvarā tās liecina, ka nākotnē varētu pieaugt vētru spēks, taču jebkurā gadījumā dažādās Latvijas vietās tas būs atšķirīgs: spēcīgāki vēji, tāpat kā līdz šim, varētu būt Kurzemē (4.1. att.). Tā kā minēto dabas stihiju izpausmes lēmuma pieņemējam ietekmēt nav iespējams, jāizvēlas apstākļiem piemērotākā stratēģija objekta (meža) jutīguma mazināšanai.



4.1. attēls. Fundamentālo vēja pamatātrumu vērtība (ar varbūtību reizi 50 gados) atbilstoši ģeogrāfiskajam izvietojumam (MK noteikumi nr. 396 (07.06.2005)).

Preventīvie mežsaimnieciskie pasākumi mežaudžu vēja noturības uzlabošanai

Sugas izvēle. Pētījumi liecina, ka no koku sugām ciklonu vētrām līdzīgos apstākļos visnenoturīgākā ir egļe, tai seko priede un lapu koki.

Sākotnējais biežums. Pie sākotnējā biežuma 1500 līdz 3000 koku ha⁻¹ nav konstatēta būtiska tā atšķirību ietekme uz koku mehānisko stabilitāti. Lai arī augsts sākotnējais biežums jaunaudžu stadijā nodrošina koku grupas stabilitāti (koki savstarpējās konkurences ietekmē izstīdzē, taču tajā pašā laikā viens otru balsta), tomēr agrīna kopšana veicina koku individuālās stabilitātes palielināšanos. Vēlams izvairīties no nokavētu un intensīvu kopšanas ciršu veikšanas, kā arī nevienmērīgas retināšanas, kā rezultātā var rasties lieli „logi” – atvērumi audzes vainagu klājā. Vēja bojājumiem pakļautajās audzēs nepieciešams izvērtēt iespēju kopšanas cirtes izdarīt biežāk un ar mazāku intensitāti. Vēlams izvairīties no kopšanas ciršu veikšanas briestaudžu vecuma egļu audzēs, īpaši reģionos, kur fundamentālo vēju ātrums ir lielāks.

Malu veidošana. Pārejas josla no nemeža uz meža ekosistēmu veidojama mežmalā stādot lēnāk augošas koku sugas vai arī stādīšanu izdarot nedaudz vēlāk un tādējādi nodrošinot pakāpenisku koku augstuma palielināšanos virzienā no meža malas uz centru. Otra iespējamā stratēģija ir veidot skraju mežmalu. Pārejas joslai vajadzētu būt vismaz 1/2 no koku augstuma audzes ciršanas vecumā. Jaunu malu veidošanu ar citām mežaudzēm (mežaudžu malu atklāšanu spēcīgāko vēju virzienā) vajadzētu minimizēt vai veidot tās audzes agrīnās attīstības stadijās.

Kailcirtes malas nevajadzētu veidot vietās, kur vērojamas periodisku ekstrēmu vēja ātrumu ietekmes (vējgāžu) sekas – dažādās vētrās izgāzti, laužti koki, izgāztu koku celmi, kas palikuši pēc vairākkārtējām sanitārajām cirtēm.

4.3. Uguns

Uguns būtībā ir nozīmīgs ekoloģisks faktors. Meža ugunsgrēku izcelšanās cēlonis vairumā gadījumu ir cilvēka apzināta vai neapzināta rīcība, taču tās izplatīšanos un intensitāti nozīmīgi ietekmē klimatiskie faktori (Liepa et al., 1991; Meļehovs, 1983). Meža ugunsgrēki var izraisīt katastrofālas izmaiņas ekosistēmā, izraisot lielākās daļas biocenozī veidojošo populāciju bojāeju. Tajā pat laikā jānorāda, ka Fenoskandijas boreālajos mežos ir sastopamas tikai 60-80 sugas, kas tiek uzskatītas par atkarīgām no ugunsgrēkiem (Dahlberg, 2002; Wikars, 1997).

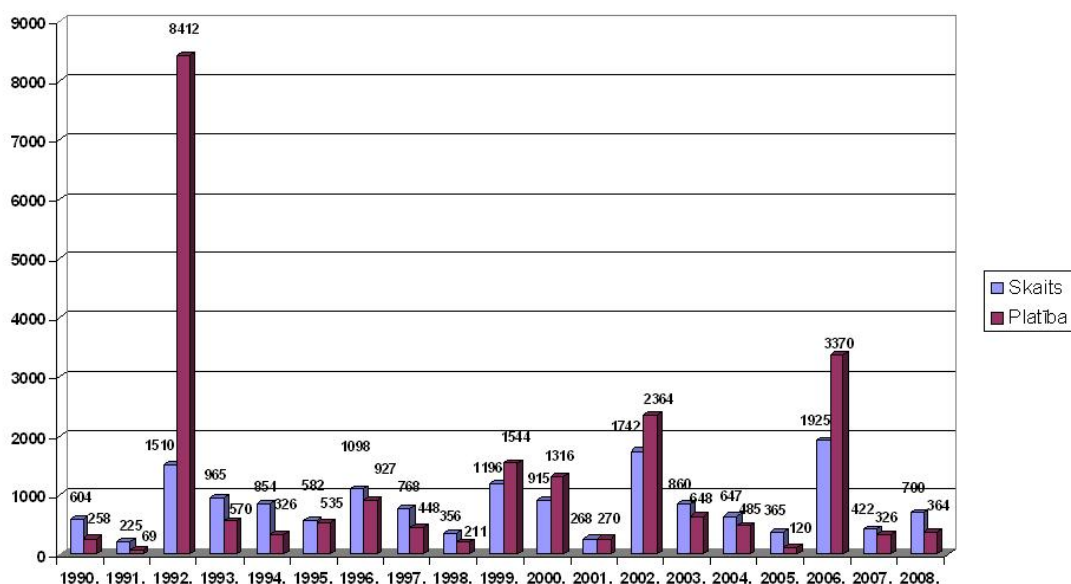
Pēc ietekmes uz mežaudzes elementiem ugunsgrēkus iedala: skrejugunī, vainagugunī un zemdegā. Skrejuguns laikā pilnībā vai daļēji izdeg zemsedze, pamežs un paauga, kā arī

nedzīvā zemsega. Vainaguguns laikā nodeg arī koku vainagi. Zemdegā galvenokārt deg/gruzd organiskās augsnes slāņi.

Ugunsgrēku tiešā ietekme izpaužas kā atsevišķu augu vai to kompleksu un zemsedzes faunas iznīcināšana vai bojāšana tieši ugunsgrēka laikā. Uguns bojā koku stumbrus, kā arī izraisa sakņu un vainagu apdegšanu. Atsevišķu koku un kokaudžu kopumā karstumizturību nosaka augšanas apstākļu tips un sakņu sistēmas raksturs, degošo materiālu veids, kā arī to mitruma saturs un daudzums, vainagu uzliesmot spēja, vainagu klāja horizontālais un vertikālais slēgums, sezona (augšanas gaitas stadija), koku vecums un morfoloģija, augāja sākotnējā temperatūra (Šesukovs et al., 1979). Ugunsgrēka netiešā ietekme izpaužas kā dendrofāgo kukaiņu un parazitāro sēņu izplatīšanās, mežaudžu krājas pieauguma izmaiņas saistībā ar augsnes-apgaismojuma apstākļu maiņu, jaunu (pēcuguns) koku paudžu veidošanās utt. (Meļehovs, 1983).

Latvijā pēdējos 20 gados ugunsgrēkos vidēji ik gadu cieš aptuveni 1000 ha meža (4.2. att.). Aizdegšanos un uguns izplatīšanos determinē vairāki faktori, tādi kā mežā esošo degmateriālu daudzums un veids, to mitruma saturs, temperatūra, kā arī vēja ātrums un topogrāfiskie apstākļi. Ugunsbīstamība strauji pieaug, pieturoties karstam, sausam un vējainam laikam.

Ugunsgrēku skaits pa gadiem un uguns skartās platības (ha)

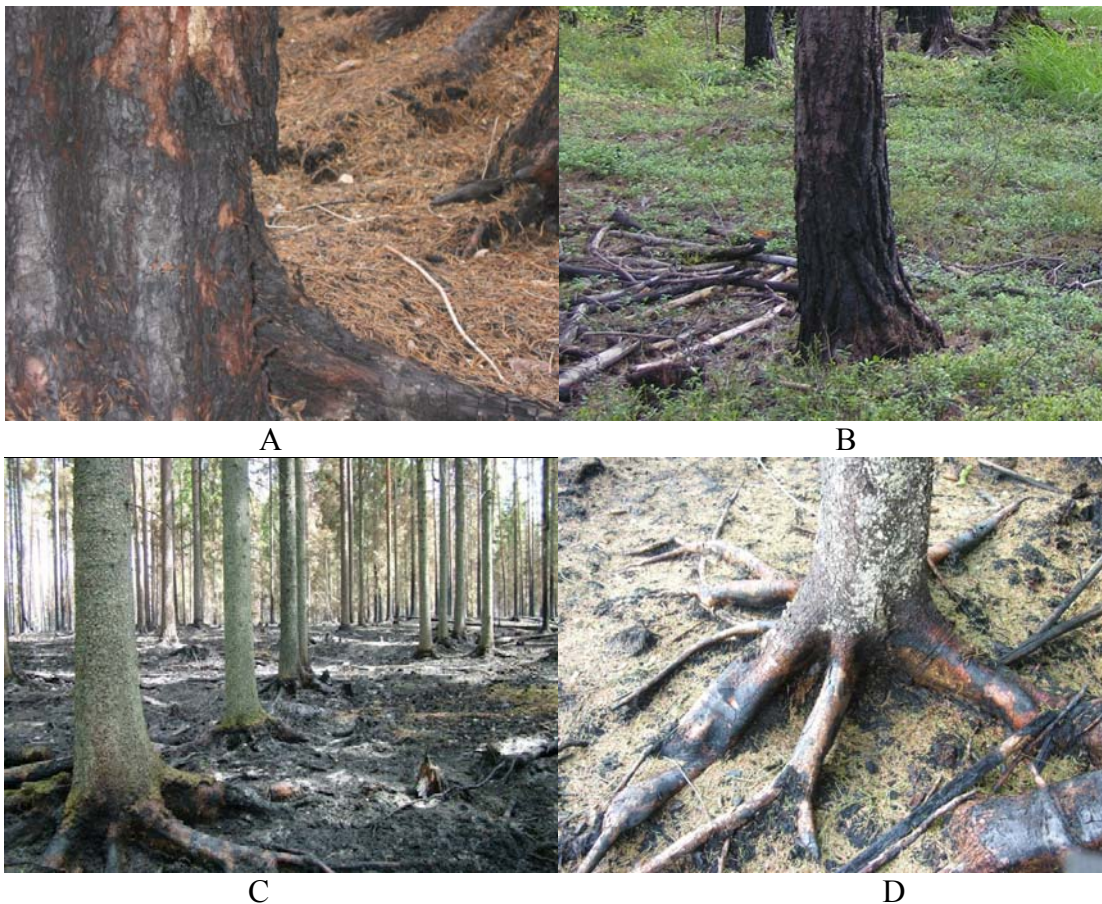


4.2. attēls. Meža ugunsgrēku skaits un to ietekmētā platība (attēls no <http://www.vmd.gov.lv/?sadala=172>).

Apdraudētākās ir skuju koku jaunuzdes līdz 40 gadu vecumam, neatkarīgi no meža tipa, kā arī lauksaimniecības zemēs ieaudzētie plantāciju meži. Relatīvi augsta ugunsbīstamība ir audzēs, kas atrodas sila, mētrāja un lāna meža tipā, kā arī viršu ārenī un viršu kūdrenī. Mazākā ugunsgrēka izcelšanās iespējamība, attiecīgi arī bojājumi, ir dumbrājā un lieknā.

Tā kā prognozes paredz sausuma periodu palielināšanos, nākotnē iespējams pieaugs arī ugunsgrēku nozīmīgums, kas var kļūt par nopietnu problēmu ne tikai Pierīgas un Daugavpils apkārtnes mežu īpašniekiem, bet arī citos Latvijas novados.

Meža īpašniekiem, apsverot iespējamās meža apsaimniekošanas alternatīvas, vajadzētu ņemt vērā faktu, ka eglei lielākajā daļā gadījumu ugunsgrēki beidzas letāli, jo tās miza ir relatīvi plāna un sakņu sistēma lielākajā daļā gadījumu ir virspusēja (4.3. C, D att.). Savukārt priedei, pieaugot tās vecumam, veidojas kreves miza, kas aizsargā stumbra dzīvos audus no karstuma, priedes sakņu sistēma, vismaz minerālaugsnēs, ir segta ar augsnes neorganisko kārtu, tādējādi ļaujot daļai koku ugunsgrēkos izdzīvot (4.3. A, B att.).



4.3. attēls. Priedes kreves miza un sakņu sistēma minerālaugsnē (A, B); egles sakņu sistēma minerālaugsnē (C, D) (foto: J. Donis).

Mūsu pētījumi liecina, ka koku izdzīvošana pēc ugunsgrēka ir atkarīga no sugas, koka dimensijām un meža tipu grupas un bojājuma pakāpes. Ja stumbra apdeguma mazākais augstums sasniedz 20% no stumbra augstuma, bojā iet 60% bērzu, 97% egļu, un 40% priežu. Savukārt, ja stumbra apdeguma mazākais augstums sasniedz 30% no stumbra augstuma, bojā iet 100% egļu un 75% priežu. Mazāku dimensiju kokiem, pie līdzīga apdeguma augstuma īpatsvara, ir lielāka bojā ejas varbūtība. Tomēr jānorāda, ka uguns ietekme ir kompleksa, tādēļ nevar vadīties tikai pēc vienas bojājuma pazīmes. Piemēram, ja pilnībā ir atsegtas un degušas saknes koka bojā ejas varbūtība tuvāko četru gadu laikā ir 100%, neatkarīgi no koka dimensijām.

Nobeigumā vēlreiz jāatzīmē, ka ļoti būtiska nozīme ir lēmuma pieņēmēja attieksmei pret iespējamo risku. Tā kā gan ugunsgrēks, gan citi dabiskie traucējumi ir varbūtēji notikumi, tad ieguldījumiem preventīvajos pasākumos (mineralizēto joslu veidošana, ugunsizturīgāku sugu izvēle audzēšanai u.c.) vajadzētu būt izsvērtiem un samērotiem ar nevēlamo notikumu varbūtību un to radīto seku nozīmīgumu. No ekonomiskā viedokļa lēmuma pieņēmējs var aprēķināt ieguvumus un izdevumus bezriskā apstākļos, kā arī sagaidāmos tīros ienākumus, ņemot vērā nevēlamā iznākuma varbūtību un attiecīgos sagaidāmos zaudējumus.

Metodes riska novērtēšanas aspektiem ir atspoguļotas virknē izdevumu, kuri izmantojami padziļinātākām studijām, piemēram, Rivža, 2005, Klemperer, 1996, Holmes et al., 2008.

5. Klimata izmaiņu ietekme uz meža kaitēkļiem un to nodarīto postījumu mazināšanas iespējas (A. Šmits)

5.1. Klimata izmaiņu ietekme uz meža kaitēkļiem

Meža kaitēklī, ar šo jēdzienu nodaļas ietvaros apzīmējot dendrofāgos kukaiņus, rada būtiskus zaudējumus mežsaimniecībai – katru gadu to ietekmes rezultātā iet bojā ap 2000 ha meža (VMD izsniegtie sanitārie atzinumi).

Situācijas uzlabošanās nākotnē nav sagaidāma, gluži pretēji, tiek prognozēts, ka, klimatam kļūstot siltākam, turpmākajos gados skuju/lapu graužēju kaitēkļu (piemēram, priežu rūsganās zāglapsenes) masu savairošanās Eiropā kļūs biežākas un izplatīsies vairāk uz ziemeļu reģioniem (Wainhouse, 2005). Jau konstatēta klimata pasiltināšanās ietekme boreālajos mežos, kur pieaudzis meža kaitēkļu mežsaimniecībai nodarīto zaudējumu apjoms (Volney, Fleming 2000). Sagaidāms, ka klimata izmaiņas ievērojami ietekmēs līdzsvaru starp meža kaitēkļiem, to dabiskajiem ienaidniekiem un saimniekaugiem (kokiem). Piemēram, klimata izmaiņas raksturo arī biežāki ekstrēmi notikumi dabā (vētras, ilgstošs sausums, krasas temperatūras svārstības u.c.), kas savukārt sekmē kaitēkļu attīstību netiešā veidā – radot lielu daudzumu mizgraužu attīstībai piemērotu, svaigi gāztu koku vai samazinot koku pretestības spējas pastiprināta vides apstākļu radītā stresa rezultātā.

Pieaugot gada vidējai temperatūrai, palielinās kukaiņu paaudžu skaits gada laikā (piemēram, egļu astoņzobu mizgrauzim), samazinās to mirstība ziemas periodā (piemēram, ozolu mūķenei) vai paplašinās izplatības areāla robežas (piemēram, ozolu mūķenei - 5.1.att.). Šo izmaiņu negatīvās ietekmes pirmās pazīmes jau novērojamas Latvijas mežos: agresīvas kļūst sugas, kas agrāk tika uzskatītas par nenozīmīgiem kaitēkļiem, piemēram, galotņu sešzobu mizgrauzis (*Ips accuminatus*), kas apdzīvoja tikai novājinātus kokus, kopš 2007. gada spējis iznīcināt priežu audzes vairāku hektāru platībā. Šī kukaiņa agresivitāte ir saistīta ar otrās paaudzes sekmīgu attīstību, kam priekšnosacījums ir garas un siltas vasaras. Savukārt siltas ziemas veicinājušas ozolu mūķenes ienākšanu Latvijas teritorijā: tās masu savairošanās pirmo reizi konstatēta 2008.gadā Liepājas rajonā un ietekmējusi mežaudzes apmēram 40 ha platībā.



5.1.attēls. Ozolu mūķenes (*Lymantria dispar* L.) tauriņi (foto: A. Šmits).

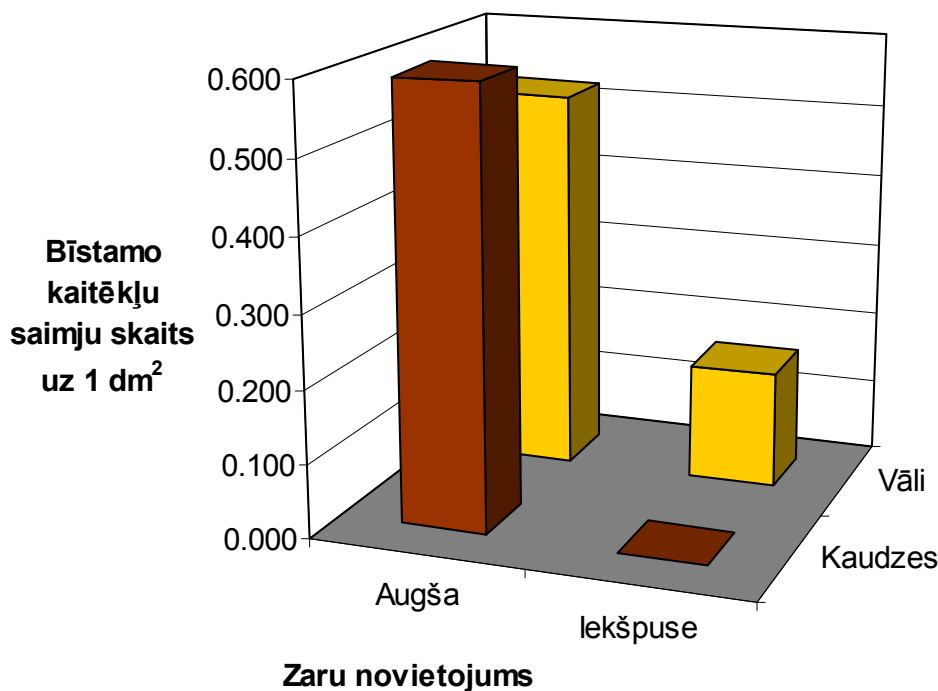
5.2. Meža kaitēkļu bojājumu samazināšanas iespējas

Pat situācijā, kad prognozējama kaitēkļu izraisīto bojājumu riska palielināšanās, pareizi saimniekojot, ir iespējama meža bojājumu apjoma būtiska samazināšana.

Meža aizsardzības pasākumus, īpaši skuju koku audzēs, būtiski ir veikt jau mežizstrādes procesā – izvēloties ciršanas atlieku savākšanas veidu. Vēl nesenā pagātnē dominēja uzskats, ka labākais kaitēkļu ierobežošanas veids sausajos meža tipos ir ciršanas atlieku savākšana un sadedzināšana, taču, rīkojoties šādi: 1) tiek noplicināta bioloģiskā daudzveidība – zūd barības resursi „derīgām” kukaiņu sugām, kas barojas ar trūdošu koksni; 2) izstrādājot ciršanas pavasarī vai vasarā, ciršanas atliekas tiek savāktas nelielās kaudzēs sadedzināšanai rudenī (pēc ugunsnedrošā perioda) un visu gada silto laiku kalpo par savairošanās vietām kaitēkļiem. Tāpēc ciršanas atlieku savākšanai rekomendējamas divas metodes – ciršanas atlieku atstāšana izklaidus (tad kaitēklī nekoncentrējas vienuviet) vai ciršanas atlieku kraušana lielās kaudzēs. Varētu domāt, ka lielas kaudzes ir ideāla dzīvotne kaitēkļu attīstībai, tomēr fakti liecina par pretējo – agresīvākās kaitēkļu sugas (piemēram, egļu astoņzobu mizgrauzis, priežu lūksngrauži, galotņu sešzobu mizgrauzis, sveķotājsmecernieks u.c.) apdzīvo tikai kaudzes

viršējo daļu un lielā koksnes masa, kas iekrauta kaudzes iekšpusē, paliek kaitēkļiem nepieejama (5.2.att.).

Agresīvie kaitēkļi attīstībai izmanto nevis koksni, bet plāno lūksnes daļu, kas atrodas tieši zem mizas. Vairāk piemērotas „dzīves vides” platības tiem ir lielāku dimensiju ciršanas atliekas. Tādēļ svarīgi lielu dimensiju skuju koku ciršanas atliekas iekraut kaudzes vidū. Tāpat jāņem vērā, ka lielajās kaudzēs ciršanas atliekas labāk vēdinās un ātrāk žūst, kļūstot kaitēkļu attīstībai nepiemērotas. Šādas kaudzes ir piemērotākas arī ciršanas atlieku žāvēšanai un vēlākai šķeltošanai.



5.2.attēls. Bīstamo kaitēkļu blīvums kaudzes virspusē un iekšpusē (Šmits, 2008).

Nozīmīgākais riska faktors meža atjaunošanā (jaunajiem skuju koku stādījumiem) ir lielais priežu smecernieks (*Hylobius abietis* L.), kura ietekme ir izteiktāka cirsmas izstrādes un tam sekojošajā gadā. Pirmajā gadā kaitējumu rada vecās vaboles, kas salidojušas cirmā, lai dētu olas vecajos celmos, un barojoties bojā arī iestādītos kociņus. Otrajā gadā kaitējumu rada jaunās vaboles, kas attīstījušās nozāģēto koku celmos un saknēs. Lai samazinātu smecernieka kaitējumu:

1) jāstāda sagatavotā augsnē tā, lai vismaz 10 cm rādiusā ap stādu nebūtu meža nobiru: novērojumi liecina, ka smecernieku vaboles nelabprāt pārvietojas pa mineralizētu augsni, kur tās viegli pamana putni;

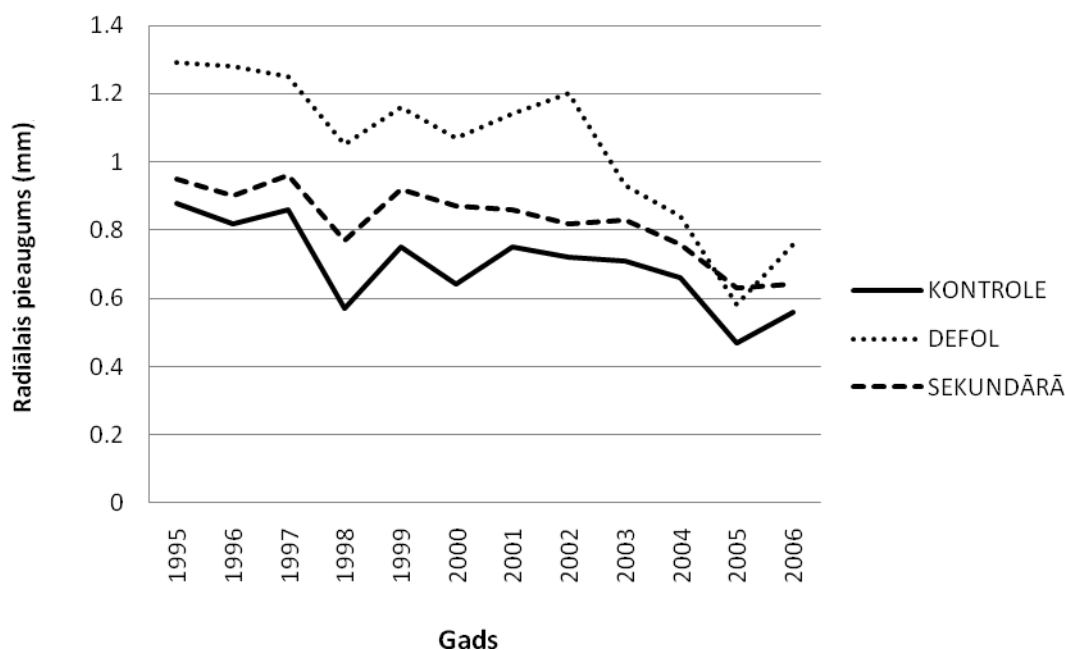
2) jāizvēlas kvalitatīvs stādāmais materiāls, kas ir noturīgāks pret smecernieka bojājumiem;

3) ja iespējams, stādīšana atliekama uz diviem gadiem pēc izstrādes, tādējādi veicinot smecernieka vaboļu daudzuma samazināšanos cirmā.

Aizsardzībai izmantojama arī stādu apstrāde ar ķīmiskajiem preparātiem – šobrīd Latvijā reģistrēti ir „Actara” un „Karate Zeon”. Pasaulē pieejami un tiek pilnveidoti arī dabai īpaši draudzīgi preparāti, piemēram, smilšu līmes maisījumi, kurus uzklāj uz stāda stumbra, novēršot tā bojāšanas iespējas.

Latvijas mežos arī vidēja vecuma un pieaugušās audzēs ik pēc vairākiem gadiem novērojama kādas no skuju/lapu graužēju kaitēkļu sugas savairošanās, kā rezultātā koku vainagi zaudē visu lapotni. Parasti koki spēj izturēt pilnīgu viena gada defoliāciju un atkal

atjaunot vainagus; lielākie zaudējumi rodas no pieauguma zudumiem un atsevišķu koku atmiršanas (5.3. att.). Stipri bojātās audzēs būtiski ir izvākt vājākos kokus, lai neveicinātu stumbra kaitēkļu savairošanos.



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

5.3. attēls. Koksnes radiālā pieaugumu vidējās vērtības kokiem kontroles un priežu rūsganās zāglapsenes atskujotās audzēs Valkas rajonā (Šmits u.c. 2008).

Stumbra kaitēkļi vidēja vecuma un pieaugušam mežam var nodarīt būtisku kaitējumu. Tie savairojas uz svaigi kritušiem un laužtiem kokiem pēc vējgāzēm vai degumos, tādēļ stipri bojātie koki iespējami ātrāk no meža ir izvācami. Īpaši tas attiecināms uz eglēm, kuras apdraud bīstamākais meža kaitēklis – egļu atonozobu mizgrauzis (*Ips typographus* L.).

Ja kaitēkļu savairošanās jau notikusi, nav ieteicams veikt atsevišķu, kaitēkļu skartu koku izciršanu vai kopšanas cirti, jo pēc ciršanas radušās smaržas pievilina kukaiņus lielā skaitā. Skujkoku kailcirtes ir ļoti vēlamas tieši vasaras periodā – tad mizgrauži lielā skaitā pulcēsies izcirtumā (nevis mežā), kur palikušās ciršanas atliekas savas specifiskās smaržas nav zaudējušas, tomēr kaitēkļa attīstībai laikā vairs nav piemērotas. Šādās cirmās papildus izvietojot slazdus ar specifisku pievilinātāju – mizgrauža agregācijas feromona sintētisko analogu –, iespējams nozīmīgi samazināt vaboļu populāciju.

Kaitēkļi mežā augošos kokus lielāka vai mazākā mērā apdraud visā to dzīves ciklā. Tāpēc, ja ir aizdomas par meža veselības stāvokļa pasliktināšanos, vajadzētu konsultēties ar speciālistiem. Klimata izmaiņas kaitēkļu radītos riskus vienmēr palielina, tomēr pareiza saimniekošana nodrošinās meža noturīgumu un pastāvēšanu arī turpmāk.

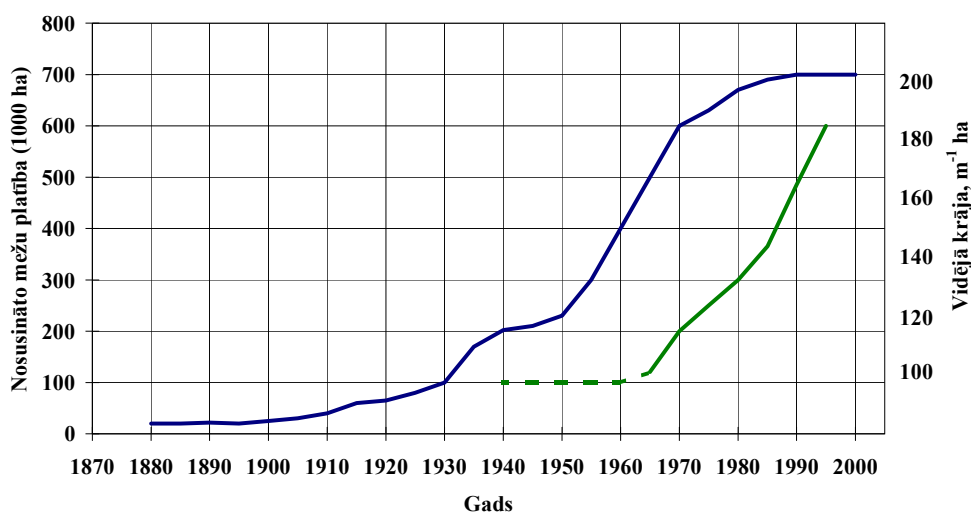
5. Klimata izmaiņu ietekme uz meža ūdenssaimniecību (A. Indriksons)

Klimata izmaiņu rezultātā prognozēta ūdens līmeņa celšanās Baltijas jūrā, kas būs saistīta arī ar gruntsūdens līmeņa vispārēju paaugstināšanos, ūdens līmeņa celšanos upēs, caurplūduma pieaugumu lielajās upēs pavasara palu laikā, kā arī ar plūdu viļņa nodarīto postījumu riska pieaugumu augstas ūdeņainības apstākļos. Plūdus Latvijā var izraisīt: strauja sniega segas kušana un ūdens pieplūde Daugavā un Lielupē no kaimiņvalstīm (pavasara pali); spēcīgas un ilgstošas lietussgāzes; ledus sastrēgumi pavasarī un vižņu sastrēgumi rudenī; spēcīgs vējš vai vētras (jūras ūdeņu uzplūdi). Riski, kas saistīti ar sala ietekmi (ledus, sniegs un tā kušana) nākotnē varētu samazināties, taču sagaidāms, ka biežāki būs stipri un ilgstoši nokrišņi.

5.1. Ūdenssaimniecība intensīvi apsaimniekotās platībās

Gruntsūdens līmeņa paaugstināšanās lauksaimniecībā un mežsaimniecībā izmantojamās teritorijās, kas paredzētas intensīvai saimnieciskajai darbībai, nozīmētu ražības pazemināšanos vai pat teritorijas, kā ražojošas platības, pilnīgu degradāciju. Lai to novērstu, nākotnē būs aktuāla gan esošā nosusināšanas tīkla sistematiska atjaunošana un kopšana, kā arī jaunu grāvju ierīkošana pārpurvošanās apdraudētajās saimnieciskā meža platībās.

Latvijā ir 1,5 miljoni hektāru pārmitru un pārpurvotu mežu, no kuriem pašlaik meliorēti apmēram 700 tūkstoši ha. Hidrotehniskā meliorācija pēdējos 100 gados bijusi efektīvākais meža ražības un koksnes produktivitātes paaugstināšanas paņēmieni, līdz ar to krāja uz katra meža zemes hektāra vidēji pieaugusi no 100 m³ līdz 180 m³ (5.1. att.).



5.1.attēls. Nosusināto mežu platība (ha) un vidējā krāja (m³) uz viena meža zemes hektāra. (Zālītis, 1999).

Līdzšinējo pētījumu dati liecina, ka mežu nosusināšanas rezultātā egļu mežu ražība vidēji palielinājusies četrkārt, priežu – trīskārt, bērzu – divkārt, melnalkšņu mežu – pusotru reizi. Piemēram, nosusinot dumbrāju (slapjas kūdras augsnes), izveidojas platlapju kūdrēnis, kur mežaudžu ražība līdzīga kā damaksnī – mežā, kas aug auglīgā minerālaugsnē ar normālu mitruma režīmu (5.1. tab.). Vai, piemēram, nosusinot bērzu-egļu-melnalkšņu audzi dumbrājā ar krāju 100 m³ uz hektāra, iegūstam ražīgu egļu-bērzu-melnalkšņu audzi ar krāju 400 m³ uz hektāra.

Vidējais pieaugums mežaudzēs slapjās kūdras augsnēs (dumbrājs) un pēc to nosusināšanas (platlapju kūdrenis) salīdzinājumā ar mežaudzēm normāla mitruma auglīgās minerālaugsnēs (damaksnis)

Meža tips	Vidējais pieaugums rotācijas periodā, $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot gads^{-1}$			
	priede	egle	bērzs	apse
Damaksnis	8,1	10,0	5,4	6,3
Dumbrājs	2,6	3,1		
Platlapju kūdrenis		11,0	5,4	

Meža hidrotehniskā meliorācija pielīdzināma 40 gadus vecu kokaudžu iestādīšanai auglīgās augsnēs (40 gadi ir vidējais nosusināto mežu saimnieciskais vecums Latvijas apstākļos). Plaša apjoma nosusināšanas darbos ieguldītie līdzekļi augstvērtīgāka meža izaudzēšanai ar laiku atmaksājas. Tomēr tas notiek tikai tad, ja meliorācijas sistēmas tiek pareizi uzturētas un koptas (5.2. att.).



5.2.attēls. Nosusināšanas grāvju atkārtota attīrīšana (foto: E. Balsars).

No ekoloģiskā un sociālā viedokļa nosusinātajiem mežiem ir nozīmīga loma veselīgas vides veidošanā. Palielinoties mežos uzkrātās koksnes daudzumam, meži spēj samazināt “siltumnīcas efektu”, uzkrājot sevī oglekli un izdalot dzīvībai nepieciešamo skābekli. Mežu nosusināšana paaugstina mežu rekreācijas vērtību un uzlabo arī medību saimniecībai nozīmīgo dzīvnieku barības bāzi.

Jau pagājušā gadsimta sešdesmitajos gados Latvijā ir izstrādāti normatīvi optimālajiem atstatumiem starp meža nosusināšanas grāvjiem (5.2. tab.). Šie atstatumi projektējami ar tādu aprēķinu, lai starpgrāvju platībā nodrošinātu vienveidīgus meža augšanas apstākļus un vienu kokaudzes bonitāti. Īpaši ražīgas kokaudzes izaudzējamas, nosusinot nogabalus niedrāja un dumbrāja meža tipā, kur pēc tam izveidojas šaurlapu un platlapu kūdreņi. Klimata izmaiņas ilgākā laika periodā var būt pamats grāvju atstatumu korekcijas pētījumiem, pielāgojot tos jaunajiem apstākļiem.

Ieteicamie atstatumi starp 1.0 – 1.3 m dziļiem meža nosusināšanas grāvjiem
(Metodiskie norādījumi meža zemju meliorācijas projektu
sastādīšanai Latvijas Republikā, 1978).

Meža vai purva tips	Atstatumi starp nosusināšanas grāvjiem, m
Slapjainu meži (kūdras slāņa biezums līdz 30 cm)	
Grīnis (Gs)	150
Slapjais mētrājs (Mrs)	170
Slapjais damaksnis (Dms)	140
Slapjais vēris (Vrs)	160
Slapjā gārša (Grs)	170
Purvainu meži (kūdras slānis biezāks par 30 cm)	
Purvājs (Pv)	120
Niedrājs (Nd)	160
Dumbrājs (Db)	180
Liekņa (Lk)	220
Purvi (susināmie)	
Sūnu purvs	80
Pārejas purvs	150
Zāļu purvs	170

5.2. Ūdenssaimniecība dabas aizsardzības teritorijās

Dabas rezervātos, liegumos un īpaši aizsargājamajos biotopos, kā arī tiem piegulošajās platībās, plūdu riska pārvaldības plānos būtu iekļaujami pasākumi, kas saistīti ar dabiskiem procesiem, piemēram, palieņu saglabāšanu vai atjaunošanu, un veicinātu piemērotu zemes izmantošanu visā upes baseinā. Upju baseina mežainuma palielināšanās nodrošinās vienmērīgāku upes hidroloģisko režīmu, samazinot ekstrēmās plūdu un sausuma ūdens caurplūduma vērtības. Mitrzemes, it īpaši augstie purvi, upju baseinos nodrošina, tā saukto sūkļa funkciju, akumulējot kūdrā daļu potenciālās noteces un tādējādi samazinot noteces ekstrēmās vērtības upēs. Tādēļ šajās vietās rekomendējams veidot mitrzemju platības, kas kalpotu kā upju noteci stabilizējošs sateces baseina elements.

Lai to panāktu, nepieciešams bloķēt no šādām mitrzemēm iztekošos drenāžas grāvjus, veidojot kūdras vai koka dambjus, dažkārt tos kombinējot arī ar citiem materiāliem (5.3. un 5.4. att.). Īpaši efektīva ir grāvju bloķēšana augstajos jeb sūnu purvos, kurus veidojošā kūdra augšpus dambja uzkrāto ūdeni akumulē savā struktūrā, tādējādi samazinot tā virszemes noteci un filtrēšanos apkārt dambim. Saskaņā ar līdzšinējo purvu atjaunošanas pieredzi Latvijā, dambji augstā purva grāvjos būvējami ik pēc katra purva virsmas krituma metra. Rietumeiropas purvu hidrologi iesaka dambjus būvēt biežāk – ik pēc katriem desmit purva virsmas krituma centimetriem.

Purvu hidroloģiskais režīms ir visai savdabīgs. No vienas puses, purvi ir ievērojami mitruma akumulētāji, par ko liecina tas, ka purvā ir 89-94% ūdens un tikai 6-11% sausnes. Taču, no otras puses, purvā uzkrāto ūdeņu lielākā daļa ir cieši saistīta ar kūdras sauso vielu, un līdz ar to purvu ūdens krājumi nespēj kalpot par upju barošanās papildu avotu.



5.3.attēls. No kūdras veidots dambis kontūrgrāvim Cenas tīrelī (foto A. Indriksons).



5.4.attēls. Koka baļķu dambis no augstā purva izejošam grāvim Lubānas mitrājā (foto: A. Indriksons).

Pareiza dambju būves tehnoloģija paredz izvēlētajā vietā vispirms norakt veco kūdru, tās vietā grāvi aizpildot ar svaigu, iespējami labāk sadalījušos kūdru no blakus izraktas bedres. Kūdras dambi sablīvējot klāj daudzās kārtās, izveidojot apmēram metru augstu valni, kas turpinās vēl dažus metrus no grāvja malas. Koka baļķu vai rievsienu dambji savā ziņā ir ūdeni mazāk filtrējoši, tomēr to kalpošanas laiks ir īsāks, bet ierīkošana – sarežģītāka.

Latvijas purvi dabiskā stāvoklī samazina upju gada vidējo noteci, ko savukārt palielina purvu nosusināšana. Mazūdens periodu minimālā notece no augstajiem purviem ir mazāka nekā apkārtējo vieglo minerālaugšņu teritoriju notece un aptuveni atbilst mālainu minerālaugšņu notecei. Zemo purvu hidroloģiskais režīms atkarīgs no to izcelsmes. Sakarības un lielumi, kas iegūti palieņu zemajos purvos, nav attiecināmi uz zemajiem purviem, kas veidojušies pastiprinātas pazemes ūdeņu pieplūdes rezultātā un otrādi.

Augsto purvu, bet sevišķi ūdensšķirtņu purvu saglabāšana un hidroloģiskā režīma atjaunošana, ir salīdzinoši vieglāka. Zemo purvu saglabāšana neskartā veidā ir grūta, jo, mainoties apvidus ūdens režīmam, to izskats stipri pārveidojas. Vieglāk saglabājami ir lieli zemo purvu masīvi.

Ūdens režīma stabilizēšanai upēs un to piekrastes ekosistēmās daudzviet nepieciešama arī upes dabiskās gultnes atjaunošana. Atjaunojami arī upju agrākie līkumi un pārveidotās palienes, lai ūdens varētu plūst pa ierastajiem ceļiem, saimniecisko darbību pārceļot uz palu neapdraudētām vietām. Tas prasīs arī daudz mazāk līdzekļu, nekā sarežģītu aizsargbūvju, nosusināšanas sistēmu un sūkņu staciju uzturēšana.

Upju gultnes regulēšana, to iztaisnojot un padziļinot, izjauc dabisko līdzsvaru plašā teritorijā. Ātrākas ūdens novades rezultātā saīsinās plūdu ilgums. Uzlabotās gultnes

hidrauliskās īpašības nodrošina lielākas caurplūduma iespējas vienā un tajā pašā laika vienībā, kas palu gadījumā palielina plūdu viļņa graužošo darbību. Ilggadīgais vidējais noteces apjoms būtiski neizmainās. Tomēr vasaras mazūdens periodos samazinās minimālā notece. Gruntsūdens līmenis palienē un arī plašākā upes sateces baseina teritorijā pazeminās, kas izraisa izmaiņas ekosistēmās un ietekmē augu un dzīvnieku sugu dzīves apstākļus.

Iespēju robežās atjaunojot upju dabisko hidroloģisko režīmu, plūdu ilgums to palienēs palielinātos, toties samazinātos plūdu viļņa izraisītie postījumi. Upes palienes, kā plūdu uzkrāšanās un aizkavētājas, nozīme pieaugtu, jo pie viena un tā paša ūdens daudzuma un ātruma līkumotās upēs pagarinātos ūdens ceļš un samazinātos ūdens kritums. Pazeminot palieņu meliorācijas tīkla ietekmi uz ūdens novadīšanu no nosusinātajām teritorijām, palienē atsāktos pārpurvošanās procesi, pieaugtu mitrāju īpatsvars un ūdeni akumulēt spējīgas organiskās vielas uzkrāšanās.

Katras dabas teritorijas ūdenssaimniecības stratēģijas izvēle ir sarežģīts un atbildīgs uzdevums, kas risināms, kompleksi izvērtējot katra zemes īpašnieka vai apsaimniekotāja intereses. Tā, piemēram, nav pieļaujama zemes īpašniekam piederošā meža ražības un vērtības pasliktināšanās blakus esošo mitrzemju atjaunošanas dēļ. Turpretī jauns meža meliorācijas projekts vai vecās grāvju sistēmas restaurācija nedrīkst izraisīt dabiskā meža biotopa vai purva ekosistēmai raksturīgā gruntsūdens līmeņa izmaiņas.

Pašreizējās plūdu apdraudētās teritorijas Latvijā lielā mērā ir saistītas ar hidrotehnisko būvju – hidroelektrostaciju un polderu sistēmu - radītajiem apstākļiem. Daudzu upju dabiskais hidroloģiskais režīms ir izjaukts, tādēļ klimata izmaiņu rezultātā būtiskā ūdens līmeņa celšanās var izmainīt zemes izmantošanas veidu vairākās zemienēs, radot nepieciešamību upju sateces baseinos maksimāli atjaunot dabisko hidroloģisko režīmu.

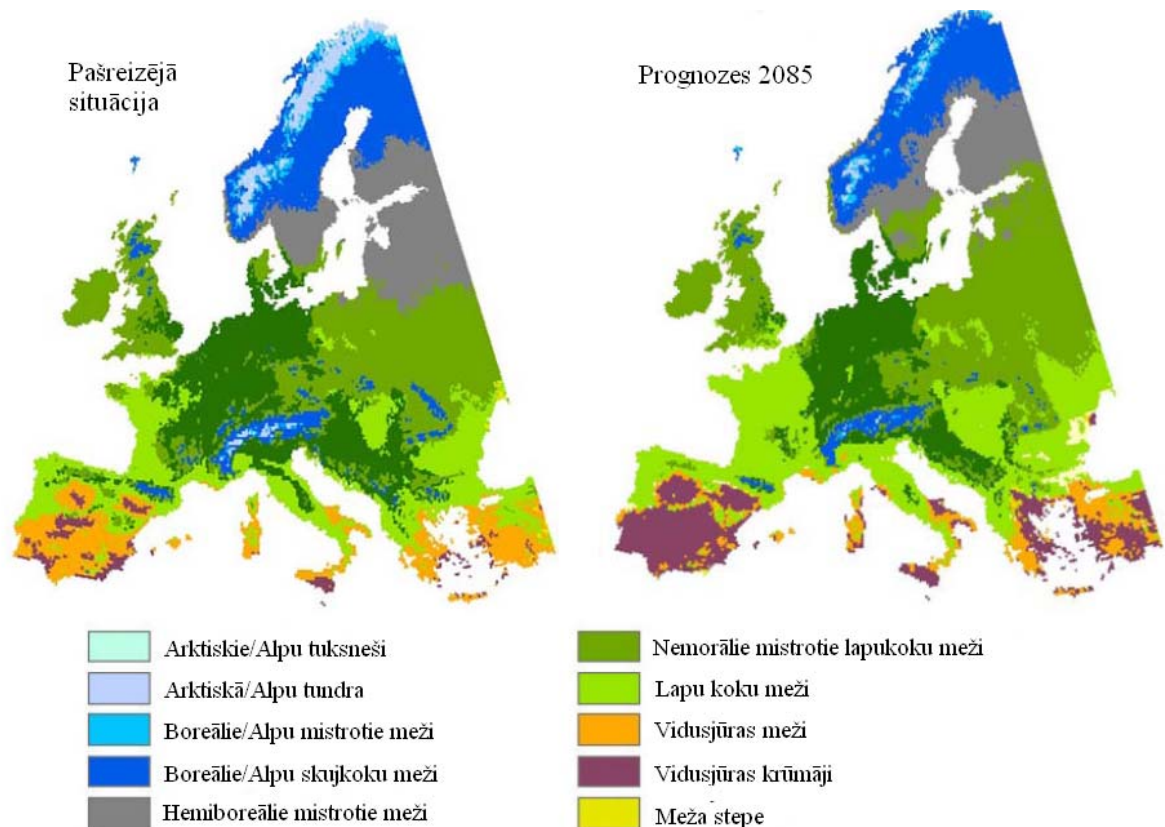
6. Klimata izmaiņas un bioloģiskā daudzveidība (I. Zadeika, V. Rudzīte)

Klimata izmaiņas notiek, un ar šo faktu tuvākā vai tālākā nākotnē nāksies saskarties ikvienam. Dažādi klimata izmaiņu scenāriji atšķiras tikai ar procesa norises straujumu, taču globālā mērogā galvenās tendences ir līdzīgas. Novērojumi un prognozes liecina, ka klimata izmaiņas atstās būtisku ietekmi gan uz ekosistēmām, gan sugām un to sabiedrībām. Pastāv risks, ka, vidējai temperatūrai paaugstinoties par 2-3°C, ap $\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{3}$, vairākas Eiropas sugas būs apdraudētas un varētu sākties to izzušana (IPCC, 2007). Viens no faktoriem šādām prognozēm ir straujais klimata izmaiņu temps.

Prognozes liecina, ka, paaugstinoties temperatūrai, daudzu Eiropas sugu potenciālais areāls varētu pārvietoties vairākus simtus kilometru uz ziemeļiem, ziemeļaustrumiem (Huntley, 2007). Šāda tendence sagaidāma arī attiecībā uz koku sugām, kā rezultātā Baltijas jūras reģiona mežos iespējama platlapu koku (dižskābardis, liepa, ozols u.c.) īpatsvara palielināšanās (6.1. att.). Protams, tas ietekmēs arī citu, ar šīm koku sugām saistītu sugu izplatības areālu.

Par klimata izmaiņu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību gan Eiropā, gan Latvijā jau liecina tas, ka mainījies vietējo augu plaukšanas un ziedēšanas, kā arī dažādu putnu sugu atlidošanas un ligzdošanas laiks, vērojama lielāka kaitēkļu izplatība, izmaiņas skārušas arī augsnes faunu.

Šobrīd Latvijā jau izzudušas tādas agrāk regulāri ligzdojošas putnu sugas kā baltirbe, brūnkakla gārgale, vistilbe, bet no Centrālās un Dienvidēiropas sugām pie mums sācis ligzdot lielais baltais gārnis, bišu dzenis un palielinājusies vidējā dzeņa izplatība.



6.1. attēls. Modelētās veģetācijas izmaiņas 21. gadsimtā (attēls no: Hickler et al., 2009).

Kas ir bioloģiskā daudzveidība?

Bioloģiskā daudzveidība ir visu dzīvo būtņu – augu, dzīvnieku, sēņu un mikroorganismu – daudzveidība, to ģeņu un ekosistēmu daudzveidība, ko šīs sugas veido uz Zemes.

Kādēļ bioloģiskā daudzveidība ir nozīmīga?

Bioloģiskā daudzveidība nodrošina ekosistēmu elastību un spēju pielāgoties mainīgiem vides apstākļiem. Tai samazinoties, palielinās risks, ka zudīs arī daļa no sabiedrībai nozīmīgām ekosistēmas izmantošanas iespējām, skarot koksnes un pārtikas ieguvē, klimata regulāciju, erozijas novēršanu, oglekļa piesaisti, rekreāciju. Piemēram, noplicināts mežs, kurā ir maz sugu un nenotiek to mijiedarbība, sliktāk spēj pielāgoties un pretoties kaitēkļiem un slimībām, tādēļ arī koksnes raža ilgtermiņā var tikt apdraudēta (samazināties).

Kāda ir bioloģiskās daudzveidības loma ekosistēmu stabilitātes nodrošināšanā?

Sugas, to grupas un struktūras (piem., atmirusī koksne) katra pilda kādu īpašu funkciju – fotosintēzi, barības vielu apriti, patogēnu kontroli u.c. Kādai no tām izzūdot, pastāv risks sabrukt visai ekosistēmai. Protams, mūsu pašreizējā izpratnē, visas sugas nav vienlīdz nozīmīgas, bet jāpieņem, ka varam nezināt vai neizprast kādas atsevišķas sugas patieso funkcionālo lomu (Thompson, 2009). Mainoties vides apstākļiem, konkrētā suga var kļūt īpaši nozīmīga. Tādējādi sugu grupu, kas pilda it kā vienu funkciju, klātbūtne ekosistēmā nodrošina tās stabilitāti. Paredzēt, cik un kādām sugām izzūdot ekosistēmas funkcijas tiks traucētas, praktiski nav iespējams.

Kā klimata izmaiņas ietekmēs bioloģisko daudzveidību?

Klimatam ir būtiska loma daudzos dabisko ekosistēmu pamatprocesos. Klimats ir galvenais faktors, kas nosaka, kur katra augu, dzīvnieku vai mikroorganismu suga var izdzīvot, augt un vairoties. Izmaiņas tādos klimata rādītājos kā temperatūra un nokrišņi, uz kuriem galvenokārt balstās nākotnes prognozes, var tieši ietekmēt individuālu sugu izplatību, spiežot tās pielāgoties, pārvietoties vai izzust. Jo suga ir ekoloģiski elastīgāka, jo tai ir lielākas izredzes izdzīvot. Īpaši jutīgas pret klimata izmaiņām ir sugas ar specifiskām biotopu prasībām, kā arī šauru ekoloģisko, fizioloģisko toleranci un sliktu izplatīšanās spēju. Liela daļa no tādām sugām jau pašreiz ir apdraudētas. Tajā pašā laikā pastiprinās invazīvo sugu

izplatības risks. Šīs sugas bieži ir agresīvas – tās izspiež vietējās sugas un pārveido dabiskos biotopus.

Klimata izmaiņu ietekmē mainās ne tikai temperatūra, nokrišņu daudzums un intensitāte, tās izraisa arī CO₂ koncentrācijas palielināšanos atmosfērā, biežākas kļūst ekstrēmas dabas parādības (vētras, plūdi, sausums, ugunsgrēki), kā arī kaitēkļu un slimību uzliesmojumi. Tas būtiski ietekmē ne tikai sugu izplatību (areāli, piemēroti biotopi), bet arī to savstarpējās attiecības (plēsējs-laupījums, saimnieks-parazīts, augs-apputeksnētājs), konkurētspēju, izmaiņas dzimumu attiecībās.

Sugas uz klimata izmaiņām reaģē individuāli un pielāgošanās tām iespējama salīdzinoši ilgā laika periodā, tādēļ straujas šo procesu norises rezultātā var sabrukt esošās sugu sabiedrības un veidoties jaunas.

Kā samazināt klimata izmaiņu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību?

Dzīvās dabas spēju iespējami sekmīgāk pielāgoties notiekošajām un arvien progresējošākām klimata izmaiņām, neradot neparedzamas sekas cilvēka-dabas attiecībās, lielā mērā nosaka mūsu attieksme un rīcība. Svarīgākie pasākumi minētās ietekmes samazināšanai būtu:

dabisko biotopu un sugu dzīvesvietu saglabāšana, kas pasargātu pašreizējo populāciju eksistenci, kā arī nodrošinātu dzīvotni to sugu ienākšanai, kurām pārmaiņu rezultātā iepriekšējās mītnes vietas vairs nebūs piemērotas. Galvenā loma reto un apdraudēto sugu un biotopu saglabāšanā ir un būs īpaši aizsargājamām dabas teritorijām, kas ir pietiekami plašas dzīvotspējīgu, ģenētiski daudzveidīgu populāciju uzturēšanai. Turklāt liela nozīme ir arī mazākām, bioloģiski vērtīgām teritorijām un elementiem, kas kalpo kā dzīvesvieta izklaidus dzīvojošām sugām (piem., melnajam stārķim) un arī kā pārvietošanās „saiņas” starp attālākajām aizsargājamām teritorijām (6.2. att.);



6.2. attēls. Aizsargājamo dabas teritoriju izvietojuma princips – izvīrziņš, lai nodrošinātu sugu migrācijas iespējas (attēls no: <http://eap.com.au/>).

- sastāva, vecuma un struktūras ziņā daudzveidīgāku mežaudžu veidošana, tādējādi saglabājot to stabilitāti mainīgos vides apstākļos un nodrošinot dzīvesvietu daudzām sugām. Kā ļoti nozīmīgs struktūrelements mežaudzēs minama dažāda veida atmirusī koksne, kas ir mītnes vieta vai patvērums dažādām organismu grupām. Vispārāzīta ir arī veco mežaudžu nozīme bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā;
- dabisko ekosistēmu sadrumstalotības mazināšana un sugu migrācijas koridoru veidošana – ļautu augu un dzīvnieku sugām migrēt ainavā, ņemot vērā klimata radītos mainīgos vides apstākļus un biotopus;
- elastīgāka attieksme pret klimata izmaiņām. Viens veids, kā pasargāt sugas un ekosistēmas no klimata izmaiņu ietekmes, ir samazināt citu apdraudošo procesu (piesārņojums, biotopu degradācija u.c.) ietekmi, īpaši to, kurus klimata izmaiņas var pastiprināt.
- jūtīgāko sugu aizsargāšana, veidojot un uzglabājot sēkļu kolekcijas vai ierīkojot botāniskos, vai zooloģiskos dārzus.

Kopsavilkums

Aktīva un mērķtiecīga meža apsaimniekošana, arī klimata izmaiņu apstākļos, nodrošinās paaugstinātu audžu noturību un produktivitāti – līdz ar to ienākumus meža apsaimniekotājam, vienlaikus sniegs maksimālo ieguldījumu klimata izmaiņu mazināšanā un sekmēs intensīvu CO₂ piesaisti.

Klimata izmaiņu modeļi liecina, ka temperatūras paaugstināšanās turpināsies, un pēc 100 gadiem ziemas būs vidēji par 4°C siltākas, ar ievērojami garāku bezsniega periodu, pavasari un rudenī – vidēji par 3°C siltāki, bet vasaras – vidēji par 2°C siltākas, taču ar biežiem karsta, sausa laika periodiem. Nokrišņu daudzums ziemā nedaudz pieaugs, vasaras mēnešos praktiski nemainīsies – relatīvi biežākas būs īsas, intensīvas lietusgāzes. Paredzams, ka veģetācijas periods kļūs par aptuveni 1 mēnesi (vietām līdz pat 2 mēnešiem) garāks; pieaugs vēju ātrums vētru laikā.

Vietējo koku sugu populāciju pielāgošanās tik krasām izmaiņām relatīvi īsā laika periodā būs apgrūtināta, tādēļ, lai nodrošinātu produktīvu, kvalitatīvu un noturīgu mežaudžu izveidi, rekomendējams to atjaunošanu veikt, stādot no sēkļu plantāciju sēklām izaudzētu stādmateriālu. Šāda stratēģija nodrošinātu iespējas samazināt meža audzēšanas ekonomisko risku, kā arī paaugstināt audzes rezistenci un noturību pret atsevišķu meteoroloģisko faktoru ekstrēmo ietekmi.

Ekstrēmu vēju ātruma ietekmi var mazināt, nodrošinot mežaudzes stabilitāti – stādot relatīvi zemā biežumā un/vai izpildot intensīvu jaunaudžu kopšanu, kas ne tikai veicinās lielāku koku caurmēra pieaugumu, bet arī nodrošinās to individuālās vēja noturības ievērojamu paaugstināšanos. Tāpat būtiska vērība jāvelta meža malu veidošanai un koku sugu izvēlei atkarībā no vētru iespējamības noteiktā reģionā un specifiskā vietā.

Apsaimniekotā mežaudzē kokos uzkrātā oglekļa apjoms ir mazāks nekā dabiskā mežaudzē, kur koki sasniedz bioloģiski noteikto vecumu. Tomēr meža apsaimniekošana nodrošina augstu audžu produktivitāti – reizē ar to intensīvu CO₂ piesaisti un oglekļa saglabāšanu materiālos. Izmantojot koksni (piemēram, enerģijas ieguvei, mēbelēm, celtniecībai), tiek nodrošināta fosilo materiālu aizstāšana un līdz ar to izslēgtas papildus CO₂ emisijas (CO₂, kas rodas koku sadedzinot, tiks piesaistīts atpakaļ nākamajā meža paaudzē). Tādējādi saimniecisko mežu pozitīvā ietekme uz klimata izmaiņām ievērojami pārsniedz to, ko iespējams raksturot tikai ar augošos kokos uzkrāto oglekli un to, ko iespējams sasniegt, koksni no mežaudzēm neizmantojot.

Koksnes ieguves un izmantošanas iespēju nodrošināšanai ir un arī nākotnē būs nozīmīgi saglabāt meža infrastruktūru, tai skaitā meliorācijas sistēmas. Ievērojamās Latvijas mežu platībās tas ir garants augstai audžu produktīvai. Tomēr, mainoties nokrišņu režīmam, atsevišķās teritorijās palielināsies meža zemju, kā ūdensregulētāju, funkcijas un dabas aizsardzības interesēs pamatotākā rīcība varētu būt pasākumi šo zemju dabiskā hidroloģiskā režīma atjaunošanai.

Efektīvas dabas aizsardzības nodrošināšanai būtiski ņemt vērā izmaiņas, kādas klimatisko apstākļu dēļ sagaidāmas galvenajā meža ekosistēmas komponentā! – kokaudzē – kā arī iespējamās sugu izplatības areāla maiņas, ņemot vērā to specifiskās prasības pēc noteiktiem meteoroloģiskajiem apstākļiem. Būtiski nodrošināt efektīvu to sugu aizsardzību, kuru eksistencei arī nākotnē Latvijas meži būs piemēroti, kā arī pārējo sugu dabiskās migrācijas iespējas uz teritorijām, kur nākotnē to dzīvei būs piemēroti vides apstākļi.