

Kokaudžu biomasas un oglekļa uzkrājuma aprēķini Latvijā Forest Stand Biomass and Carbon Stock Estimates in Latvia

Jānis Liepiņš, Andis Lazdiņš, Kaspars Liepiņš
Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

Abstract. Accounting of the carbon stock has to be implemented using internationally approved methods that are adapted for local conditions. Previous studies in Latvia on forest biomass and carbon assessment are fragmented and limited to separate biomass components and tree species. The study material included a total of 102 Scots pine (*Pinus sylvestris*), 81 Norway spruce (*Picea abies*), 105 birch (*Betula* spp.) and 84 European aspen (*Populus tremula*) trees sampled in 124 forest stands, while 37 pines, 29 spruces, 42 birches and 33 aspens are lifted for belowground biomass studies. Wood (14366) and bark (4652) samples have been analysed to study the variation of within-the-stem basic density and to calculate the stem biomass. Study approved that the basic density of stem bark significantly ($p < 0.001$) differed from the stem wood. The use of mean stem wood density instead of whole stem density leads to biased estimation of stem biomass (1.5–4.5% error depending on tree species). Within study equations for estimation of aboveground and belowground biomass were developed. The uses of equations applied for biomass estimation in Fennoscandia in Latvia are creating 4.7–61.7% error depending on tree species and biomass component. Application of default biomass expansion factors and root to shoot ratios for temperate and boreal forests defined in IPCC guidelines creates an overestimation of 36.9% and an underestimation of 5.2%, respectively in comparison to methodology elaborated in this study. According to the forest definition used in national IPCC reports, the forest carbon stock in Latvia in year 2016 was 238.1 ± 3.5 million tonnes.

Key words: carbon stock, tree biomass, allometric equations, basic density.

Ievads

Pētījuma aktualitāti nosaka starptautiskās saistības, ko Latvija apņēmusies pildīt, ratificējot Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām (UNFCCC), tās Kioto protokolu un Parīzes vienošanos. Atbilstoši UNFCCC prasībām, Latvijai katru gadu ir jāsagatavo pārskats par siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijām un oglekļa dioksīda (CO₂) piesaisti, kā arī reizi divos gados jāsagatavo SEG emisiju un CO₂ piesaistes prognožu ziņojums un regulāri jāziņo par darbībām, kas veiktas, lai samazinātu SEG emisijas zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektorā. Precīzas metodes atsevišķu koku un kokaudžu biomasas novērtēšanai nepieciešamas, lai aprēķinātu CO₂ piesaisti kokaugu biomasā un raksturotu uzkrātā oglekļa daudzuma izmaiņas Latvijas mežos. Līdzšinējie pētījumi Latvijā par koku

biomasas un oglekļa apjoma novērtēšanas metodēm saimnieciski nozīmīgākajām koku sugām veikti fragmentāri, tikai atsevišķu koku sugu un biomasas frakciju līmeņi. Starpvalstu klimata pārmaiņu padomes 2006. gada SEG inventarizācijas vadlīniju aprakstītā biomasas aprēķina metodika piedāvā vidējās blīvuma un biomasas pārrēķina koeficientu vērtības, kuru lietošana Latvijas apstākļos nav zinātniski pamatota. Pētnieciskais darbs izstrādāts, lai nodrošinātu koku biomasas un oglekļa uzkrājuma aprēķinu atbilstību nacionālo ziņojumu sastādīšanas vadlīnijām.

Materiāli un metodes

Empīriskais materiāls Latvijas saimnieciski nozīmīgāko koku sugu virszemes un celma/sakņu biomasas aprēķiniem ievākts 124 meža nogabalos, katrā nozāģējot trīs dažādu dimensiju paraugkokus. Koku virszemes biomasas vienādojumu izstrādei dati ievākti no 372 kokiem (102 priedēm (*Pinus sylvestris*), 81 egles (*Picea abies*), 105 bērziem (*Betula* spp.) un 84 apsēm (*Populus tremula*)), bet celma/sakņu biomasas vienādojumu izstrādei no 141 koka – 37 priedēm, 29 eglēm, 42 bērziem un 33 apsēm (Liepiņš et al., 2018). Aprēķinot stumbra biomasu, ir nepieciešami precīzi stumbra reducētā blīvuma mērījumi, jo dažādām sugām reducētais blīvums stumbra garenvirzienā un šķēsgriezumā izmainās atšķirīgi (Liepiņš et al., 2017; Liepiņš, Liepiņš, 2017). Vidējā stumbra reducētā blīvuma noteikšanai un izmaiņu raksturošanai izmērīti 14366 koksnes un 4652 mizas paraugi. Latvijas kokaudžu oglekļa uzkrājuma raksturošanai izmantoti meža resursu monitoringa (MRM) 2012.–2016. gada rezultāti, ietverot II cikla pēdējos divu gadu uzmērījumus un III cikla pirmo trīs gadu uzmērījumus. Izvēlētais aprēķinu periods raksturo Latvijas kokaudžu oglekļa apjomu uz 2016. gadu, un identisks aprēķinu periods ir atspoguļots arī 2018. gada Latvijas veidotajā pārskatā par SEG emisijām un oglekļa uzkrājumiem valstī. Aprēķinos izmantoti pētījumā izstrādātie individuālu koku biomasas vienādojumi, piemērojot tos katram MRM parauglaukumos uzmērītajam kokam atbilstoši sugai. Pētījumā aprēķināts, ka Latvijā vidējais svērtais oglekļa saturs koku biomasā ir 49.9%, kurš aprēķināts pēc rekomendētajām skujkoku un lapkoku oglekļa satura vērtībām mērenās un boreālās joslas mežos un to biomasas īpatsvara Latvijas mežos.

Rezultāti un diskusija

Stumbra blīvuma izmaiņas garenvirzienā (no celma uz galotni) un šķēsgriezumā (no serdes uz mizu) sniedz priekšstatu par to, kā dažādas blīvuma paraugu ievākšanas metodes var ietekmēt stumbra biomasas un līdz ar to – kopējos oglekļa uzkrājuma aprēķinus. Aprēķinot visa stumbra vidējo blīvumu, būtu jāņem vērā arī mizas īpatsvars un tās blīvums. Daudzos pētījumos stumbra biomasas aprēķinos izmantoti tikai vidējie koksnes blīvuma rādītāji, kas ir konceptuāli nepareizi. Iepriekšminētā situācija varētu būt izveidojusies tāpēc, ka zinātniskajā literatūrā detalizēta informācija par vidējā mizas reducētā blīvuma izmaiņām nav atspoguļota. Pētījumā stumbra mizas īpatsvars uzrādīja

ievērojamas atšķirības ne tikai starp pētītajām koku sugām, bet arī katras sugas ietvaros. Mizas īpatsvars no kopējā stumbra tilpuma priecī ir robežās no 5.5–34.5%, eglei 6.6–28.3%, bērnam 7.9–21.5% un apsei 7.0–23.6%. Visām pētītajām koku sugām mazu dimensiju kokiem mizas īpatsvars stumbrā ir ievērojami lielāks nekā pieaugušiem kokiem (Liepiņš, Liepiņš, 2015). Pētījumā apstiprinājās, ka priedes, egles, bērza un apses stumbra vidējais mizas blīvums statistiski būtiski ($p < 0.001$) atšķiras no vidējā koksnes blīvuma. Minētais fakts apstiprina to, ka koksnes reducēto blīvuma vērtību izmantošana visa koku stumbra biomasas aprēķināšanai rada sistemātisku kļūdu, palielinot stumbra biomasu priedei vidēji par 4.5%, eglei par 2.5%, bet bērnam un apsei kopējo stumbra biomasu samazinās attiecīgi par 2.4% un 1.5%.

Pētījumā izstrādāti Latvijas teritorijai piemēroti biomasas aprēķina vienādojumi saimnieciski nozīmīgākajām koku sugām. Parastajai apsei sakņu biomasas vienādojumi izveidoti pirmo reizi, bet priedei, eglei un bērnam uz plašu un reprezentatīvu empīrisku materiālu balstīti biomasas vienādojumi publicēti vien dažos pētījumos. Analizējot pētīto koku sugu dažādu biomasas frakciju īpatsvaru kopējā biomasā, secināts, ka to alometriskās sakarības mainās atkarībā no koku sugas un kokaudzes vecuma. Pētījumā koku celma, balstsakņu un sīko sakņu īpatsvars kopējā biomasā visām koku sugām kopā vidēji ir apmēram 20%. Lapkokiem bērnam un apsei lielāks celma/sakņu biomasas īpatsvars ir jauniem kokiem, bet mazāks – pieaugušiem kokiem. Savukārt skujkoku sugām priedei un eglei ir pretēji.

Pētījumā izstrādātie priedes, egles, bērza un apses biomasas vienādojumi salīdzināti ar citu Baltijas jūras reģiona valstu vienādojumiem. Atsevišķu koku augstuma un caurmēra mērījumi no 2571 priedes, 2671 egles, 2379 bērziem un 2316 apsēm, kuri iegūti ierīkotajos pagaidu parauglaukumos visos atlasītajos meža nogabalos, izmantoti kā materiāls biomasas vienādojumu validēšanai. Kopumā Zviedrijā izstrādātie priedes, egles un bērza biomasas vienādojumi uzrādīja mazāku (4.7–22.7%) relatīvo kļūdu, salīdzinot ar vienādojumiem no Somijas (8.9–25.2%), norādot uz precīzāku biomasas aprēķināšanu Latvijas apstākļos. Apses biomasu, aprēķināta pēc Zviedrijā izstrādātajiem vienādojumiem, uzrādīja ievērojamu biomasas pārvērtēšanu kokiem ar caurmēru lielāku par 35 cm. Savukārt bērza sakņu biomasas aprēķini pēc Somijā izstrādātajiem vienādojumiem lielākajiem kokiem uzrādīja par 46% mazāku biomasu, nekā aprēķināts pēc pētījumā izstrādātā vienādojuma. Norvēģijā izstrādātie biomasas aprēķina vienādojumi bērnam uzrādīja vislabākos prognozēšanas rezultātus, piemērojot tos Latvijas apstākļos.

Pētījumā aprēķinātais Latvijas kokaudžu biomasā uzkrātais ogleklis 2016. gadā bija 238.1 ± 3.5 milj. t. Lielākais īpatsvars (79% jeb 187.8 milj. t) no tā akumulēts kokaugu virszemes daļā, bet celmos un saknēs akumulēts apmēram 50.3 milj. t oglekļa. Izmantojot IPCC vadlīniju mērenās joslas mežu biomasas pārrēķinu koeficientus, Latvijas kokaudžu oglekļa uzkrājumi tiek pārvērtēti par 36.9% jeb par 87.8 milj. t. Salīdzinot ar pētījumā izstrādātajiem biomasas

vienādojumiem, šie Dienvideiropai piemērotie koeficienti nozīmīgi pārvērtē kokaudžu virszemes daļā akumulēto oglekli (par 42.9%), bet mazāk – kokaudžu celmu un sakņu oglekļa apjomus (par 14.4%). Pretēji ir ar vadlīniju piedāvātajiem boreālo mežu biomasas pārrēķina koeficientiem, kuru izmantošana par 5.2% jeb 12.3 milj. t samazina kokaudzēs uzkrātā oglekļa aprēķinus, salīdzinot ar mūsu pētījumā lietoto metodiku. Piemērojot šos Ziemeļeiropai paredzētos pārrēķina koeficientus, lielāka kļūda rodas kokaudžu celma/sakņu daļas oglekļa novērtēšanā (-8.5%), kamēr uzkrātais ogleklis kokaudžu virszemes biomasā tiek novērtēts nedaudz precīzāk (kļūda -4.3%).

Secinājumi

Pētījumā analizētajām koku sugām konstatēta izteikta reducētā blīvuma variēšana koku stumbros, kas netieši raksturo arī biomasas izmaiņas. Priedei, eglei, bērzam un apsei stumbra vidējais mizas blīvums būtiski atšķiras no vidējā koksnes blīvuma. Tāpēc vidējā koksnes blīvuma lietošana stumbra biomasas aprēķinos, kas ir ļoti izplatīta prakse, veido vidēji 1.5–4.5% kļūdu atkarībā no koku sugas.

Fenoskandijā izstrādāto biomasas aprēķina vienādojumu izmantošana Latvijas apstākļos veido 4.7–61.7% kļūdu atkarībā no koku sugas un biomasas frakcijas. Starpvalstu klimata pārmaiņu padomes 2006. gada SEG inventarizācijas vadlīniju piedāvātie mērenās joslas mežu biomasas pārrēķina koeficienti Latvijas kokaudžu oglekļa uzkrājumus palielina par 36.9%, bet boreālo mežu biomasas pārrēķina koeficientu lietošana par 5.2% samazina oglekļa uzkrājuma aprēķinus, salīdzinot ar pētījumā izstrādāto metodiku.

Atbilstoši SEG emisiju ziņojumos pielietotajai meža definīcijai, oglekļa uzkrājumi Latvijas kokaudžu biomasā 2016. gadā bija 238.1 ± 3.5 milj. t.

Literatūra

1. Liepiņš, J., Lazdiņš, A., Liepiņš, K. (2018). Equations for estimating above- and belowground biomass of Norway spruce, Scots pine, birch spp. and European aspen in Latvia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33(1), pp. 58–70.
2. Liepiņš, J., Ivanovs, J., Lazdiņš, A., Jansons, J., Liepiņš, K. (2017). Mapping of basic density within European aspen stems in Latvia. *Silva Fennica*, 51(5), article id 7798, 9 p.
3. Liepiņš, J., Liepiņš, K. (2017). Mean basic density and its axial variation in Scots pine, Norway spruce and birch stems. In: *Research for Rural Development: 23rd Annual International Scientific Conference Proceedings*, Vol. 1, pp. 21–27.
4. Liepiņš, J., Liepiņš, K. (2015). Evaluation of bark volume of four tree species in Latvia. In: *Research for Rural Development: 21st Annual International Scientific Conference Proceedings*, Vol. 2, pp. 22–28.