

ES koksnes patēriņa tendenču ilgtspējības analīze: patēriņa scenāriju salīdzināšana ar drošas darbības telpas scenāriju globālai un ES koksnes apgādi

Megana O'Briena^{1,2,*} un Stefans Bringezū²

Vides un enerģijas institūts, Vupertāle, Vācija

Vides sistēmu pētījumu centrs, Kaseles Universitāte

Kopsavilkums: Koksnes pieprasījuma pieaugums, lai sasniegtu ES atjaunojamās enerģijas mērķus, arvien vairāk tiek rūpīgi pētīts, saistībā ar tā potenciālu palielināt ES atkarību no importa un radīt zemes izmantošanas izmaiņas ārvalstīs, ar saistītu ietekmi uz klimatu un bioloģisko daudzveidību. **Raksts tiek balstīts uz pētījumiem par koksnes primārā patēriņa līmeņiem, t.i.- saistībā ar ekoloģiskās pēdas nospiedumu mežā, un izstrādājot atsaucēs vērtības ilgtspējības salīdzinošajai vērtēšanai (t.i., saistībā ar zemes izmantošanas mērķiem), lai uzlabotu koksnes un meža izmantošanas sistēmisko uzraudzību.** Konkrētāk, tiek apskatītas nākotnes tendences, lai izvērtētu, kā pašreizējā ES politika var ietekmēt mežus ES un globālā mērogā. Nākotnes pieprasījuma scenāriji tiek balstīti uz aprēķiniem, kas ir iegūti un pielāgoti no literatūras, lai aprakstītu attīstību pie dažādu scenāriju pieņēmumiem. Rezultātos tiek atklāts – **ir aprēķināts, ka līdz 2030.gadam novērtētie ES patēriņa līmeņi uz vienu iedzīvotāju ir ļoti nesamērīgi salīdzinājumā ar pārējo pasauli.** ES patēriņa scenāriji, kas balstās uz ~40% ES atjaunojamās enerģijas mērķu daļas sasniegšanu, izmantojot koksni, pārsniegtu gan ES, gan globālo ilgtspējīgas apgādes kapacitātes etalonvērtību diapazonu 2030.gadā. Kopumā, iegūtajos datos tiek apstiprinātas literatūrā sniegtās norādes par palielinātu risku problēmas izmaiņām, gan tajā, cik daudz koksnes ir nepieciešams, lai sasniegtu atjaunojamās enerģijas mērķus, gan arī tajā, no kurienes šī koksne tiek iegūta. Tiek diskutēts, ka ilgtspējīgu koksnes patēriņa līmeni vajadzētu raksturot ar balansu starp apgādi (ko ir iespējams iegūt no meža ilgtspējīgā veidā) un pieprasījumu (cik liels ir patēriņš uz vienu iedzīvotāju, ņemot vērā taisnīgas daļas konceptu). Lai sasniegtu šo mērķi, nākotnes pētījumos vajadzētu samazināt datu trūkumu, palielināt metodoloģijas robustumu un risināt drošas darbības telpas koncepta sociāli-politisko leģitimitāti saistībā ar mērķiem nākotnē. Ir jāatbalsta koksnes atkārtota izmantošanu ekonomikā, lai palielinātu apgādes iespējas.

1. Ievads

ES direktīvā par enerģijas no atjaunojamiem avotiem (RES direktīva) veicināšanu un izmantošanu ir noteikts, ka dalībvalstis nosaka juridiski saistošus mērķus atjaunojamo [resursu] daļas palielināšanai bruto gala patēriņā [1]. ES mērķis ir 20% atjaunojamo resursu īpatsvars līdz 2020.gadam. 2012.gadā atjaunojamās enerģijas daļa bija aptuveni 40%; koksne veidoja vairāk nekā 40% no atjaunojamās enerģijas patēriņa EU-27 [2]. Ir sagaidāms, ka RES direktīvas dēļ ES nozīmīgi palielināsies kurināmās koksnes pieprasījums. Tomēr šāds nozīmīgs koksnes patēriņa pieaugums aizvien vairāk tiek rūpīgi pārbaudīts, jo var potenciāli radīt vides problēmu palielināšanos gan vietējā mērogā, gan ārzemēs, radot kaitīgu ietekmi uz klimatu [3-5] un bioloģisko daudzveidību [6,7].

Piemēram, liela mēroga stratēģija, lai palielinātu bioenerģiju no mežizstrādes, rada jautājumu – „Šī stratēģija visticamāk nesasnies tās galveno mērķi – samazināt siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju, tā kā augsnēm ar samazinātu auglību nepieciešama mēslošana, taču tas palielinātu SEG gāzu emisiju, jo, lai atmaksātu pašreizējā biomasu fonda samazināšanos, būtu nepieciešamas dekādes vai gadsimti, aizstājot fosilos kurināmos, ja to vispār varētu atmaksāt.” [3] (5.lpp). Autori arī strīdas par to, ka meža lapotnes struktūra un sastāvs būtu vienkāršots, ietekmējot ekosistēmas daudzveidību, funkciju un dzīvotni (turpat).

Līdzīgi konstatējumi ir veikti ES līmenī. Eiropas Komisijas Kopējā Izpētes centra (JRC) ziņojumā ir izvērtēta pašreizējā meža bioenerģijas oglekļa uzskaites prakse. Tiek argumentēts par „Pieņemums par biogēnā oglekļa neitralitāti nav pamatots, saskaņā ar attiecīgā laika posma politiku (sevišķi atvēlētajai stumbra koksnes ražai, kas izmantota vienīgi bioenerģijai), ja oglekļa uzkrājuma izmaiņas mežā netiek uzskaitītas” [5]. Pētījumā tiek atzīts, ka „oglekļa neitralitātes” klasifikācijas lietošanas rezultātā palielinās koksnes izmantošanas pievilcība atjaunojamās enerģijas ražošanā, un tiek piezīmēts – nākotnē ir sagaidāms pieaugums stumbra koksnes iegūšanai bioenerģijas nolūkiem. Tomēr, tiek secināts, ka: „**Stumbra koksnes izmantošana bioenerģijas nolūkiem no atvēlētas mežizstrādes radītu faktisku SEG emisiju pieaugumu salīdzinājumā ar fosilajiem kurināmajiem īstermiņā un vidējā termiņā (dekādēs), turpretim, izmantojot koksni, SEG ietaupījumus var radīt tikai ilgtermiņā (vairākas dekādes līdz gadsimti)**”[5] (16.lpp). Pētījumā tiek diskutēts, ka emisiju samazinājums rodas mežu pārpalikumu likvidēšanas dēļ; mežaudžu retināšana un cirte pēc dabiskajiem traucējumiem ir daudz sasniedzamāka īstermiņā, it sevišķi, ja hipotētiskais scenārijs būtu sadedzināt pārpalikumus ceļa malā. Tiek sagaidīts, ka atbilstoši šim pētījumam, līdz 2020.gadam lielāko bioenerģijas biomasas papildus pieaugumu nodrošinās šīs izejvielas (turpat).

Tomēr literatūrā novērtētais mežu pārpalikumu ilgtspējības potenciāls ir atšķirīgs. Globālā līmenī daudz pieticīgākā, tomēr reālistiskākā novērtējumā potenciāls ir aptuveni 4 EJ (eksadzouli) līdz 6 EJ (440 Mm³ līdz 660Mm³) [8,9]. Tas var aptvert tikai aptuveni 1% no pašreizējā globālā primārās enerģijas pieprasījuma, taču aptuveni par 11% līdz 16% palielinātos kopējais mežizstrādes apgādes apjoms. Tomēr šīs vērtības šķiet relatīvi augstas salīdzinājumā ar ES, kur ir novērtēts, ka ilgtspējīga pārpalikumu aizvākšana palielinātu ES mežizstrādes krājumu kapacitāti aptuveni par 10% [10-13] vai pat tikai par 5% vienā scenārijā ar stingrākiem vides noteikumiem [14]. Pat neliela mežizstrādes un pārpalikumu likvidēšanas samazināšanās var radīt nozīmīgus barības vielu zudumus [15]. Steidzami ir nepieciešama lielāka izpēte par pārpalikumu (ieskaitot celmus un saknes [16,17]) likvidēšanas ilgtspējības potenciālu dažādu veidu mežos. Tomēr nešķiet iespējams, ka tādus koksnes apjomus, kas nepieciešami, lai sasniegtu ES atjaunojamās enerģijas mērķus, var iegūt tikai no pārpalikumiem. Tādēļ rodas jautājums – cik daudz koksnes ir jāiegūst, un kā to var piegādāt ilgtspējīgā veidā?

Eiropas Mežu sektora perspektīvajā pētījumā II ir sasniegti līdzīgi secinājumi par atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanu izmantojot koksni [18]. Šajā pētījumā tiek ieteikts izstrādāt stratēģiju, kurā ir integrētas enerģētikas nozares vajadzības ar meža nozares vajadzībām, t.i. – veicināt enerģijas efektivitāti, kaskādes veida izmantošanu, kā arī citu ne-meža un atjaunojamu koksnes avotu izmantošanu. Tiek ierosināts arī „Izstrādāt ātri augošus biomasas stādījumus uz lauksaimniecības zemes, kur tas būtu iespējams, kā arī importēt enerģētisko koksni (vai arī koksnes kurināmo, piemēram, granulas, vai arī biodeģvielas, kuras ir ar daudz lielāku energoietilpību) no ilgtspējīgiem avotiem ārpus Eiropas, ja nepieciešams.” [18] (81.lpp). Tas raisa bažas par ES koksnes patēriņa ietekmi uz citiem reģioniem, kā arī par ES pieaugošo atkarību no importa.

Apskatot globālās tendences, parasti tiek pieņemts, ka rūpnieciskā apaļkoksne nākotnē arvien vairāk tiks iegūta stādītajos mežos [19] un ka „Būs sagaidāms, ka stādīto mežu rūpnieciskais pieaugums turpinās būt līdzvērtīgs [globālajam] pieprasījuma pieaugumam pēc rūpnieciskās apaļkoksnes.” [19] (69.lpp). Šīs tendences dēļ rodas bažas par ilgtspējīgu zemes izmantošanu. **Ilgspējīgas meža apsaimniekošanas koncepts ir attīstīties no ekspluatējošās mežsaimniecības, kur ilgtspējīgas meža pārvaldīšanas mērķis bija uzturēt ražu, līdz precīzajai mežsaimniecībai, kur ilgtspējīgas meža pārvaldīšanas mērķis atradās tuvāk integrētajai dabas resursu pārvaldīšanai** [20,21]. Rūpnieciski, ātri augoši stādījumi parasti tiek pārvaldīti tikai, lai optimizētu koksnes ražīgumu. No otras puses – ātri augošiem stādījumiem ir nepieciešama mazāka kopējā platība, lai ražotu koksni, un tādejādi dabiskie meži var tikt atbrīvoti citiem pakalpojumiem [22], it sevišķi, ja šie stādījumi ir izveidoti un pārvaldīti, ņemot vērā sabiedrības intereses un ainavu izmantojumu¹ [23]. No otras puses – pieaugot konkurencei par zemi, ātri augoši stādījumi, kas

¹ Piem. Jaunās paaudzes stādījumu platformas mērķis ir veicināt mežu stādījumu izveidošanu, kuri nodrošina pozitīvu ieguldījumu vietējai labdarībai un dabiskajām ekosistēmām: <http://newgenerationplantations.org>

pārvaldīti tikai koksnes ražošanai, var arvien vairāk konkurēt par zemi ar dabiskajiem mežiem, kas tiek pārvaldīti vairāku pakalpojumu nodrošināšanai. Pastāv risks, ka augstas ražības koksnes ražošana gūs virsroku šajā konkurencē, jo tā ir daudz ienesīgāka īstermiņā [24]. Pieprasījums pēc zemas kvalitātes koksnes (t.i., celulozes un koksnes bāzes paneļiem), kā arī pēc kurināmās koksnes, arī pieaug un ir labi piemērots ātri augošiem stādījumiem. Izmantojot augsto tehnoloģiju inovācijas, piemēram, koksnes šķiedru var pārveidot par „jauniem” produktu veidiem (piem., ieskaitot kompozītu koksnes), ilgtermiņā izmainot meža nozares struktūru [25]. Pieprasījums pēc augstas kvalitātes koksnes no meža, kas tiek pārvaldīts vairākiem izmantošanas veidiem, var izraisīt šī meža vērtības palielināšanos un radīt pamudinājumu pārvaldīt to ilgtspējīgā veidā. Kaut arī pārāk liels pieprasījums var izraisīt pārlietu mežizstrādi, pārāk zems pieprasījums var mazināt pamudinājumu pārvaldīt mežu ilgtspējīgā veidā (it sevišķi, ja cita veida zemes lietojuma veids ir ienesīgāks). Tas norāda uz nepieciešamību pēc ražošanas un patēriņa pieeju kombinēšanas, lai balansētu starp ilgtspējīgu meža pārvaldību un ilgtspējīgu koksnes patēriņu.

Tieši pieprasījuma līmenis nosaka potenciālo ietekmju apmēru. **Sertifikācijas rezultātā var meža līmenī atbalstīt ilgtspējīgas pārvaldīšanas prakses, bet tā nav efektīva pret pārlietu ekspluatāciju, ko rada augsti pieprasījuma līmeņi.** Piemēram, kā „domu eksperiments” – ja valsts vai tāda teritorija kā ES aizstātu visus apkurē izmantotos fosilos kurināmos ar koksni, pie nemainīgiem citiem faktoriem, lielākā daļa cilvēku intuitīvi piekristu, ka tas nebūtu ilgtspējīgi augstā pieprasījuma līmeņa dēļ (neatkarīgi no lokācijas sertifikācijas). Protams, šis ir ļoti neiespējams „scenārijs”, taču vai tajā netiek uzdots svarīgs jautājums – cik daudz koksnes var patērēt ilgtspējīgos apstākļos, tagad un nākotnē? Šajā rakstā tiek diskutēts par to, ka ilgtspējīgu koksnes patēriņa līmeni raksturo balanss starp apgādi (ko var nodrošināt meži ilgtspējīgā veidā) un pieprasījumu (kāds ir patēriņš uz cilvēku, ņemot vērā taisnīgumu un „taisnīgas daļas” konceptu [26,27]). To vieglāk ir iztēloties vietējā mērogā, ar redzamu saikni vai atgriezeniskās saites signālu starp apgādi un pieprasījumu (piem., izraisot cenu pieaugumu, kad resursi kļūst retāki un/vai parādās ietekmes). Tirdzniecībā tiek noņemts vai aizkavēts signāls starp mežu (pārlietas mežizstrādes izmaksas) un ekonomiku. Šādā veidā sabiedrībā tiek noņemts stimuls pielāgot modeļus jaunajiem apstākļiem (censties sasniegt daudz efektīvāku lietošanu un atkārtotu lietošanu, mainīt izšķērdīgu uzvedību, attīstīt inovācijas utt.). Nācijām ir nepieciešama atsauces vērtība, lai zinātu, kad to patēriņa līmeņi ir pārsnieguši šo balansu. Šādā atsauces vērtībā ir jāņem vērā gan ekoloģiskās robežas un globālais taisnīgums, lai atspoguļotu ilgtspējīgas attīstības mērķus. Piemēram, jau 1992.gadā Darba kārtībā 21 tika paziņots: „Īpaša uzmanība ir jāvelta dabisko resursu pieprasījumam, kas radies neilgtspējīga patēriņa dēļ... Kaut arī patēriņa tendences ir ļoti augstas atsevišķās pasaules daļās, lielai daļai no cilvēces nav nodrošinātas patērētāju pamatnepieciešamības.” **Darba kārtībā 21 tiek norādīts, ka cilvēkiem valstīs ar augstu patēriņu ir nepieciešams ierobežot viņu kopējā patēriņa līmeņus līdz tādiem, lai citiem ļautu vismaz minimāli sasniegt dzīves pamata kvalitāti.** Te tiek ietverts arī apsvēruma par citiem resursu veidiem. Piemēram, koksnes audzēšana stādījumos (piem., lai apgādātu dārgus un izšķērdīgus enerģijas lietošanas veidus ekonomikā ar augstiem ienākumu līmeņiem), izmantojot lielu svaigā ūdens apjomu vietās, kur ūdens ir reti sastopams un nepietiekams uzturs ir plaši izplatīts, netiktu dots ieguldījums visaptverošos ilgtspējīgas attīstības mērķos.

Šo bažu saistībā par to, (a) kur būtu jāmeklē apgādes avots, lai apmierinātu aizvien pieaugošo pieprasījumu pēc koksnes, (b) kā vajadzētu audzēt koksni, un (c) cik daudz [koksnes] iespējams iegūt ilgtspējīgās robežās, tiek diskutēts nesenā rakstu un publikāciju sērijā, kā arī veikti pirmie soļi, lai izstrādātu metodoloģisko bāzi ES koksnes un mežu lietojuma sistēmiskai uzraudzībai [29-31]. Pirmajā rakstā [30] ir izstrādāta pieeja koksnes biomasas primāro plūsmu uzskaitē, lai varētu izstrādāt ES primārās koksnes patēriņa indikatorus (piemēram, saistībā ar meža pēdas nospiedumu²). Labākajos aprēķinos tika secināts, ka ES patēriņš bija aptuveni 1,6 reizes

² Ar pēdas nospiedumu tiek raksturota patēriņa orientēta pieeja vides spiedienu uzraudzībai. Četri pēdas nospiedumi – materiāli, ūdens, ogleklis un zeme – gūst arvien lielāku uzmanību gan Eiropas, gan starptautiskos līmeņos [7, 32, 33], kaut arī metodoloģiskais robustums un aprēķinu līmenis plaši atšķiras visu kategoriju vidū [34]. Sākotnējā un

lielāks nekā vidējais rādītājs pasaulē uz vienu iedzīvotāju 2010.gadā. Otrajā rakstā [31] ir izstrādāts atsauces vērtību diapazons ES un globālajām ilgtspējīgas apgādes kapacitātēm, kā ilgtspējīga patēriņa līmeņu etalonam. Par pamatu ņemot patēriņu uz vienu iedzīvotāju, tika secināts, ka ES ir lielāka kapacitāte ilgtspējīgai apgādei nekā pasaulē vidēji, daļēji tādēļ, ka koksnes apgādes veikšanai ir pieejami relatīvi lieli mežu apjomi ar augstu ražīgumu. Tika plaši pārrunāts tas, kāds etalons (globāls un/vai teritoriāls) ir daudz atbilstošāks izmantošanai kā ES politikas veidošanas orientieris. 2010.gadā patēriņa līmeņi Eiropā bija zemāki par pašiem reālistiskākajiem aprēķiniem par ES ilgtspējīgas apgādes kapacitāti, taču pārsniedza globālo ilgtspējīgas apgādes kapacitātes novērtējumu uz vienu iedzīvotāju vairāk nekā par 50% [29]. Šis raksts tiek balstīts uz abiem rakstiem [30,31], lai labāk saprastu, kā ES un globālās koksnes patēriņa tendences var attīstīties nākotnē, gan savstarpējā salīdzinājumā, gan arī kā etalonvērtību diapazons ilgtspējīgam patēriņam nākotnē.

Šādā veidā raksta uzdevums ir dot ieguldījumu sistēmiskas uzraudzības perspektīvas izstrādē, kurā tiktu ņemts vērā pašreizējo politikas lēmumu potenciālo ietekmi nākotnē. Rakstā tiek mēģināts arī uzsvērt nepieciešamību dabas resursu izmantošanas uzraudzībā ņemt vērā gan ražošanas, gan patēriņa tendences. Vajadzētu uzsvērt, ka šis ir pirmais solis, lai turpinātu attīstīt šādu uz patēriņa balstītu perspektīvu labākai izpratnei par to, ko nozīmē veicināt ilgtspējīgu koksnes patēriņa līmeni kā daļu no pārejas uz ilgtspējīgu attīstību. Mērķis nr.12 no Ilgtspējīgas attīstības mērķiem ir virzīts, lai veicinātu atbildīgu patēriņu un ražošanu, ar uzdevumu līdz 2030³. gadam sasniegt dabas resursu ilgtspējīgu pārvaldi un efektīvu izmantošanu. Rakstā ir uzsākts detalizēti apskatīt koksnes un meža rādītājus šajā saistībā. Tādā izpratnē tiek izmantoti pieejamie dati un scenāriji, un uz to pamata diezgan vienkāršā veidā, lai sākumā pārbaudītu, vai pastāv problēma, un pēc riskanto tendenču iezīmēšanas tālāk jau tiek ņemtas daudz robustākas metodes un pieejas, lai attīstītu sistēmisku uzraudzības sistēmu, kurā būtu iespējams nodrošināt spēcīgas politikas rekomendācijas.

Šis raksts tiek sākts ar globālu un ES līmeņa koksnes patēriņa scenāriju literatūras apskatu. Šie scenāriji ir kā pamats pārbaudei, vai turpmākā attīstība iekļausies potenciālajā nākotnes ilgtspējības koridorā vai arī to pārsniegs. Rezultāti tiek iesniegti un veikta diskusija, uzsverot nepieciešamību pēc izpētes nākotnē. Secinājumos tiek dots kopsavilkums par galvenajiem slēdzieniem un sniegta īsas politikas sekas, it sevišķi par labākas uzraudzības nepieciešamību.

2. Koksnes patēriņa scenāriji

2.1. Globālie scenāriji

Tika apskatīti un izvērtēti divi svarīgi pētījumi nākotnes koksnes pieprasījuma prognozēšanai globālā līmenī [19, 35]. Šajā rakstā apskata mērķis globālā līmenī ir nodrošināt kontekstu Eiropas patēriņa attīstībai un sniegt visaptverošu ieskatu par to, kā globāla attīstība varētu tikt salīdzināta ar nākotnes globālo etalonvērtību diapazonu ilgtspējīgam patēriņam (izstrādāja O'Briena un Bringezu [31]). Pirmajā pētījumā [35] tiek izmantots Globālo meža produktu modelis (GFPM), lai izveidotu projekcijas par meža produktu patēriņu nākotnē, kā arī ietekmi uz meža platību un meža krāju līdz 2060.gadam. GFPM ir dinamisks ekonomiskais modelis, kas veidots no 14 mežsaimniecības preču grupām pasaulē, saistītām ar meža krāju (tilpumu) un mainīgu meža platību, atbilstoši Kuzneca liknei (sasaistot meža platības pieaugumu ar ienākumu labklājību). Izmantojot likni, tiek aprēķināts gala pieprasījums un izejmateriālu apgāde pasaules līdzsvarotībā, atbilstoši ekonomiskajiem vienādojumiem, ar kurināmās koksnes un rūpnieciskās apaļkoksnes apgādes cenu elastību, vienu un

nepabeigtā metodoloģija, kas pielietota mežsaimniecībai pēc [30], tiek balstīta uz gāzto koku un importa uzskaiti, no kā tiek atņemts eksports. Tirdzniecības dati tiek konvertēti uz primārajiem koksnes ekvivalentiem, izmantojot konversijas vērtības un visas sekundārās plūsmas, par ko liecināja dati, tika noņemtas. Tās tiek uzskaitītas kubikmetros uz cilvēku un attiecas uz primāro neapstrādātās koksnes pieprasījumu (piem., koksnes biomasa no meža zonām, izņemot pārstrādātus un atkārtoti izmantotus avotus).

³ Skatīt Apvienoto Nāciju tīmekļa vietni: <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>

to pašu visās valstīs (piem.1.31) izņemot ASV (kur tā ir eksogēna, atbilstoši ASV mežu produktu modulim). Buongiorno, u.c. [35] izmanto IPCC scenārijus A1B (nepārtraukta globalizācija, augsts ienākumu pieaugums, mazs populācijas pieaugums un bioloģiskā kurināmā pieprasījuma palielināšanās 5,5 reizes), A2 (globalizācijas palēnināšanās, mazi ienākumi un lielāks iedzīvotāju pieaugums, ar bioloģiskā kurināmā pieprasījuma palielināšanās 2,7 reizes) un B2 (ar vidēju projekciju), lai izveidotu kontekstu koksnes pieprasījuma plānošanai. Vajadzētu ņemt vērā, ka spēcīgi pieņēmumi un kritiskas nenoteiktības (piem., saistībā ar pieprasījuma elastību, meža augšanas parametriem un eksogēnajiem faktoriem, kas saistīti ar IPCC scenārijiem, it sevišķi saistībā ar bioloģiskā kurināmā pieaugumu) rada nepieciešamību piemērot pienācīgu piesardzību [36] tos interpretējot, kā arī interpretējot visus uzskaitītos scenārijus.

Otrais pētījums [19] ir no FAO, un tajā ir prognozēts globālais koksnes pieprasījums pasaules reģionos līdz 2030.gadam. Tajā tiek izmantoti, piemēram, mežsaimniecības nozares perspektīvas pētījumi (veikti kopā ar FAO un reģionālajiem ekspertiem), lai atspoguļotu tendences dažādos pasaules reģionos. Kopējā pasaules līmenī FAO pieprasījumu pēc rūpnieciskās apaļkoksnes atvasina no paredzamā galaproduktu pieauguma (zāģmateriāli, koksnes bāzes paneļi, papīrs un kartons). Periodā starp 2005. un 2030.gadu tiek prognozēts vairāk nekā divkārtīgs pieprasījuma pieaugums pēc koksnes bāzes paneļiem, papīra un kartona, kā arī zāģmateriālu pieprasījuma 50% pieaugums. Ir paredzams, ka pieaugums nozīmīgi palielināsies, it sevišķi Āzijā. Ziņojumā [19] tiek pieņemts, ka pārstrādātie materiāli un koksnes pārpalikumi veidos pieaugošu daļu no šo gala produktu apgādes 2030.gadā (50%, salīdzinājumā ar 30% 2005.gadā) it īpaši dēļ paredzamā papīra pārstrādes apjoma nākotnē, samazinot pieprasījumu pēc primārās koksnes. Kaut arī tiek paredzēts, ka kopējais koksnes un pārstrādātās šķiedras pieprasījums produktiem būs gandrīz divkārtīgs, ir paredzams, ka rūpnieciskās apaļkoksnes pieprasījums palielināsies aptuveni par 40% periodā starp 2005. un 2030.gadu. Kurināmajai koksnei ziņojumā [19] tiek izmantota interpolācija starp tendencēm un projekcijām biomasas enerģijas ražošanā no Starptautiskās enerģijas aģentūras (IEA) un Apvienoto Nāciju Organizācijas Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas (FAO), lai ierosinātu, ka bioenerģijas ražošanā izmantotās koksnes apjoms ir palielinājies no aptuveni 2 Gm³ 1970.gadā līdz 2,6 Gm³ 2005.gadā, un sasniegs 3,8 Gm³ līdz 2030.gadam (atzīmējot, ka daļu no šī pieprasījuma var apmierināt, izmantojot biomasu, kas ražota no lauksaimniecības pārpalikumiem un enerģētikas kultūrām).

2.2. *ES scenāriji*

ES literatūrā koncentrēšanās notiek uz nākotnes pieprasījuma prognozēšanu gan produktiem, gan kurināmajai koksnei. Piemēram, vienā pētījumā [37] tika veikta ekonometriskā modelēšana, lai plānotu koksnes produktu pieprasījumu, piedāvājumu un tirdzniecību Eiropā līdz 2030.gadam. Pētījumā tika piemērota vairāku vienādojumu pieceja ar datiem no FAOSTAT, UNECE, UN Comtrade, FAO [19] un EFORWOOD projekta, un, gluži kā Buongiorno u.c. [35], tika izmantoti IPCC scenārijus A1 un B2, lai atspoguļotu iespējamās tirgus konteksta variācijas. Rezultātos tika uzrādīts, ka sagaidāmais koksnes produktu patēriņš palielināsies abos nākotnes scenārijos – ar patēriņa pieauguma paātrināšanos A1 scenārijā un palēnināšanos B1 scenārijā. Abos scenārijos papīra patēriņa pieaugums samazinās, iespējams dēļ tehnoloģiskā progresa. Salīdzinot ar patēriņu, tiek paredzēts, ka Eiropā kopumā ražošana pārsniegs patēriņu abos scenārijos, palielinot pašnodrošinājuma rādītāju attiecībā uz rūpnieciskajiem produktiem. Atbilstoši pētījumam [37], pati nozīmīgākā izaugsme Rietumeiropā (EU-15) līdz 2030.gadam ir transformācija no masīvkoksnes produktu būtiska neto importētāja par mazu masīvkoksnes neto eksportētāju.

Citā ziņojumā [38] tiek novērtēts koksnes apjoms, kas nepieciešams, lai sasniegtu atjaunojamās enerģijas (RES) direktīvu 2020. un 2030. gadā. Piedāvātajā scenārijā tiek pieņemts, ka enerģijas efektivitātes pieauguma par aptuveni 20% rezultātā, samazināsies kopējais iekšzemes enerģijas patēriņa pieprasījums līdz 61,6 EJ 2020.gadā un 51,8 EJ

2030.gadā, kas nozīmē, ka atjaunojamajai enerģijai vajadzētu nosegt 12,2 EJ 2020.gadā un 16 EJ 2030.gadā [38]. Ir plānots, ka koksnes daļa no atjaunojamās enerģijas šajā scenārijā samazināsies aptuveni līdz 40% 2020.gadā (piemēram, palielinātas citu atjaunojamo avotu izmantošanas dēļ). **Kopumā tas norāda, ka koksnes patēriņš enerģijas ražošanā palielinātos no aptuveni 346 Mm³ 2010.gadā (3,1 EJ) līdz 573 Mm³ (5 EJ) 2020.gadā un līdz 752 Mm³ (6,6 EJ) 2030.gadā.** Tiek plānots, ka lielākais koksnes „patērētājs” enerģijas nolūkiem būs siltuma un elektrības ražotāji, piemēram, līdzdedzināšana liela mēroga ogļu stacijās, liela mēroga biomasas stacijās, kā arī vidējā un maza mēroga koģenerācijas stacijās. **Ziņojumā [38] tiek atzīmēts, ka augstas efektivitātes sadegšanas agregātu lietošanas rezultātā samazināsies koksnes daudzums, kas nepieciešams, lai sasniegtu nākotnes enerģijas prasības, un tiek atzīmēts, ka katru reizi palielinot sadegšanas efektivitāti par 1%, būtu iespējams ietaupīt līdz pat 7,5 Mm³ Eiropas Savienībā.** Ir jāatzīmē, ka 2014.gadā pārskatītajos mērķos izmainījās koksnes apjoms, kas nepieciešams, lai sasniegtu atjaunojamās enerģijas mērķus 2030.gadā – nedaudz mazāk salīdzinājumā ar aprēķiniem 2030.gadam, kas ekstrapolēti pētījumā (publicēts 2010.gadā).

EUWood projektā [39] tika izmantota ekonometriskās modelēšanas plānošana, kuru izveidoja Džonsons [37], un tika izmantotas Šteierera [38] piedāvātās enerģijas prasības, lai noteiktu EU-27 koksnes resursu balansu (WRB) 2010., 2020. un 2030.gadam. WRB mērķis ir noteiktai valstij vai valstu grupai salīdzināt faktisko un potenciālo piedāvājumu ar pieprasījumu, lai norādītu iespējamās neatbilstības un uzraudzītu koksnes biomasas balansu attiecīgajā gadā. Kopumā ņemot, rezultātos tiek uzrādīts, ka potenciālais pieprasījums varētu pārsniegt potenciālo piedāvājumu laika posmā starp 2015. un 2020.gadu A1 scenārijā ar vidēju mobilizāciju, it īpaši dēļ pieaugošā pieprasījuma pēc kurināmās koksnes. Saskaņā ar pētījumu: „Pat tādā gadījumā, ja tiek ieviesti visi pasākumi koksnes mobilizācijas palielināšanai, tad kokrūpniecības pieprasījumu un atjaunojamās enerģijas mērķus, izmantojot vietējos avotus 2020.gadā, var sasniegt tikai pieliekot lielas pūles [39] (22.lpp). Aptuveni 70% no kopējā piedāvājuma, kas aprēķināts 2010.gadam, tiks iegūts no mežiem, savukārt 30% no kokiem ārpus meža un citiem avotiem.

Eiropas Meža nozares sektora perspektīvajā pētījumā (EFSOS) II [18] arī tiek plānota materiālu un enerģijas pieprasījuma attīstība, lai prognozētu vispārējo attīstību koksnes un meža produktu piedāvājumā un pieprasījumā UNECE reģionā (izņemot Ziemeļameriku, Kaukāzu un Centrālāziju, Izraēlu un Krieviju) periodā 2010 – 2020, līdz 2030.gadam. WRB (piem., kā EUWood projektā [39]) arī ir pamatā pētījumam, ar prasību, kas iegūta no ekonometriskās analīzes, ekstrapolācijas un politikas mērķiem, un potenciālo koksnes piedāvājumu, kas iegūts no EFISCEN modeļa četriem scenārijiem: etalonvērtība, biomasas oglekļa maksimizēšana, priekšrokas došana bioloģiskajai daudzveidībai, kā arī koksnes enerģijas veicināšana (lai sasniegtu ES atjaunojamās enerģijas mērķus). EFSOS II arī tiek izmantoti IPCC scenāriji, lai noteiktu tā kontekstu, taču tiek izmantots B2 scenārijs kā pamata scenārijs. Atsauces scenārijs materiāliem tiek balstīts uz Globālās meža nozares modeļa (daļēja līdzsvara stāvokļa modelis, kas fokusēts uz meža produktiem) un atsauces scenārijs enerģijai ir balstīts uz vēsturiskās kurināmās koksnes patēriņa intensitātes ekstrapolācijas (noteikta kā 1,5% gadā). Tas ir krietni zem prognozētā apjoma ES atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanai (3,97% no Šteierera [38] un 2,78% B2 scenārija projekcijās no Buongiorno u.c. [35]) Atsauces scenārijā koksnes pieprasījums 2030.gadā ir aptuveni par 20% lielāks nekā 2010.gadā, ar lēnāku pieaugumu meža produktu nozarē un ātrāku pieaugumu no enerģijas nozares [18]. Scenārijā, kurā ES sasniedz savus izvirzītos enerģijas mērķus, kopējais piedāvājums palielinātos līdz aptuveni 1200 Mm³ ar vairāk nekā divkārtīgu koksnes pieprasījuma palielināšanos enerģijas nolūkiem salīdzinājumā ar 2010.gadu, un veidojot aptuveni 60% no kopējā pieprasījuma 2030.gadā. Atsauces scenārijā tiek paredzēts eksporta palielinājums (43 Mm³), savukārt par neto importētāju ES kļuva enerģijas scenārijā. Vajadzētu ņemt vērā, ka atstarpe starp gaidāmo piedāvājumu un pieprasījumu palielinās visos nākotnes scenārijos. It

īpaši liela atstarpe – 162 Mm³ tiek sagaidīta bioloģiskās daudzveidības scenārijā. Šo papildus pieprasījumu visticamāk vajadzētu apmierināt palielinot importu [18].

3. Materiāli un metodes

Lai izvērtētu paredzamo globālo un EU-27 koksnes pieprasījumu līdz 2030.gadam, tiek ņemtas projekcijas no literatūras un pielāgotas šī pētījuma mērogam. Šādā veidā gan globālie, gan ES patēriņa „scenāriji” ir izveidoti un salīdzināti ar etalonvērtību diapazonu, kas iegūts tieši no O’Briena un Bringezū [31]. Izmantojot šos etalonvērtību diapazonus [31] ir aprakstīts indikatīvs un vērienīgs „drošas darbības telpas” scenārijs, kurā tiek apturētas visas zemes izmantošanas izmaiņas 2020.gadā (balstoties uz turpmākas bioloģiskās daudzveidības zaudēšanas novēršanas pamatojumu, ko izteica UNEP [7] un Bringezū, u.c. [40], asociētu ar saistīto mērķi apturēt globālo aramzemes izplatību līdz 2020. gadam)⁴ un tiek ierobežota koksnes ieguve mežā, 80% apmērā no ikgadējā koksnes neto pieauguma (kā norādošs pieņēmums ilgtspējīgai apropiācijai, ar nepieciešamību pēc tālākas izpētes [29]). Kopējā ilgtspējīgas piegādes kapacitāte ir sadalīta atbilstoši globālās populācijas prognozēm, lai izveidotu etalonvērtību diapazonu ilgtspējīgam patēriņam, kas balstīts uz taisnīgu globālo resursu sadalījumu uz vienu iedzīvotāju, ievērojot „taisnīgas daļas” konceptu, ņemot vērā Ilgtspējīgas attīstības mērķus un 2002.gada Nūdeli Deklarāciju⁵, it īpaši attiecībā uz taisnīgu sadalījumu. Būtu jāņem vērā, ka šis ilgtspējības koridors bija dots O’Braiena un Bringezū [31] gadījumā kā norādošs novērtējums, lai izceltu iepriekšējo novērtējumu rezultātus, izvirzītu pamatotus jautājumus par ilgtspējīga patēriņa rādītājiem, uzsāktu diskusiju un aicinātu uz turpmākiem pētījumiem šajā saistībā.

3.1. Globālā patēriņa modeļi.

Sagaidāmie globālā patēriņa modeļi tika balstīti uz diviem iepriekš aprakstītajiem pētījumiem [19, 35]. Analīzi papildināja ar datiem no FAOSTAT⁶, kā arī ar reģionālās meža nozares perspektīvas pētījumu par pieprasījuma attīstību Āzijas - Klusā Okeāna, Ziemeļamerikas, Āfrikas un Latīņamerikas reģionos, visos no tiem tika prognozēts palielināts pieprasījums pēc koksnes nākotnē.

Saistībā ar Buongiorno u.c. [35] sniegtajiem datiem – šajā rakstā tika iegūta lineāra tendence, lai novērtētu patēriņa līmeņus periodā starp pētījumos dotajiem gadiem (2006 un 2030) katrā scenārijā. FAO ziņojumā [19] tiek sniegti rūpnieciskās apaļkoksnes novērtējumi 2005., 2020. un 2030.gadam, kā arī kurināmās koksnes dati par 2005. un 2030.gadu. Šajā rakstā 2020.gada kurināmās koksnes patēriņa līmenis tika balstīts uz bioenerģijas ražošanas ikgadējo pieaugumu (Mtoe), kas bija sniegts FAO [19], apvienojumā ar apjomiem uz 1970 (2 Gm³), 2005 (2,6 Gm³) un 2030 (3,8 Gm³) gadu. Lineārās tendences tiek pieņemtas gadiem periodā 2010 - 2030.

Sākotnējā pētījumu novērtējumu bāzē [19,35] tiek izmantota atšķirīgi statistika pagātnes datu gadījumā. Vēsturisko vērtību atšķirību iemesls ir atšķirīgas metodes kurināmās koksnes pieprasījuma prognozēšanai. Izmantojot interpolāciju, FAO ziņojumā [19] tiek sniegti dati, kas

⁴ Ievērojiet, ka šis „drošas darbības telpas scenārijs” ir daudz vērienīgāks, taču ir saskaņā ar Eiropas Savienības mērķi atbalstīt centienus „apturēt globālo mežu platības zudumu vēlākais līdz 2030.gadam un samazināt kopējo tropu mežu iznīcināšanu vismaz par 50% līdz 2020.gadam salīdzinājumā ar pašreizējiem līmeņiem” [41] (5.lpp). Tas ir arī daudz vērienīgāk kā planētas robežas mežu platības izmaiņām, kas ieteiktas [42], kas visupirms attiecas uz klimata ietekmi uz mežu platības izmaiņām un nevis uz bioloģiskās daudzveidības ietekmi.

⁵ Šis ir septiņu principu kopums, ko pieņēma Starptautisko tiesību asociācija saistībā ar ilgtspējīgu attīstību. Principi tika izstrādāti dēļ bažām par „pieaugošo ekonomisko un sociālo nevienlīdzību starp valstīm un to vidū” [43] un „nepieciešamību pēc vispusīgas starptautisko tiesību perspektīvas par sociālo, ekonomisko, finanšu un vides mērķu un aktivitāšu integrāciju” [43]. Otrajā principā tiek adresēts taisnīgums un nabadzības novēršana, ieskaitot taisnīgumu paaudzēs un paaudžu starpā [intra/inter].

⁶ www.fao.org/faostat

atrodas krietni virs citiem svarīgiem FAO avotiem par kurināmās koksnes ražošanu un patēriņu. Salīdzinājumam tika veikta pavisam vienkārša interpolācija ar FAOSTAT datiem par koksnes kurināmo un rūpnieciskās apaļkoksnes ražošanu. Tas bija iespējams, tā kā pasaules līmenī globālā ražošana atbilst primārās koksnes globālajam patēriņam. Tendencu lineārā ekstrapolācija par pēdējiem 50 gadiem tika paplašināta līdz 2030.gadam, lai to varētu izmantot kā norādi citos scenārijos.

Lai varētu salīdzināt „neapstrādātas koksnes” (bez mizas) patēriņa aprēķinus ar meža augošajiem kokiem (ar mizu), un ar ilgtspējības etalonvērtību diapazonu no O’Braiena un Bringezū [31], patēriņa prasības tika pārveidotas par cirsma apjomu, izmantojot konvertācijas vērtību 1,15 globālajiem mežiem (balstoties uz FAO Globālo meža resursu izvērtējuma ziņojumu [44]). Lai salīdzinātu globālās un EU-27 tendences, iegūtais koksnes pieprasījums tika sadalīts uz paredzamo iedzīvotāju skaitu. Iedzīvotāju skaita projekcijas globālajai perspektīvai tika balstītas uz vidējā varianta novērtējumiem no ANO [45], un Eiropas Savienības perspektīvai no Eurostat.

3.2.EU-27 patēriņa modeļi

Primārās koksnes nākotnes patēriņa modeļu novērtēšana ir daudz izaicinošāka Eiropas Savienībai nekā pasaulei. Reģionālā līmenī ikgadējais pieprasījums ikgadējai ieguvei vairs nav ekvivalents tirdzniecības dēļ, un tādejādi izaicinājums ir atšķirt reģionālo pārstrādes plūsmu no primārajām plūsmām. **Kaut arī vairākos pētījumos ir prognozēts ES pieprasījums pēc koksnes produktiem, šī pētījuma izaicinājums ir novērtēt to, cik lielu daļu no šī pieprasījuma ir sagaidāms izpildīt, izmantojot primāro koksni no meža (koksnes biomasa).** Lai varētu novērtēt kopējo primārās izejvielu koksnes pieprasījumu ES, šis raksts tiek balstīts uz iepriekš aprakstītajiem literatūras avotiem [18, 35, 37-39], lai prognozētu sagaidāmo izmaiņu apmēru. Kopējais primārās koksnes patēriņš EU-27 tika noteikts kā 473 Mm³ o.b. 2010.gadā [30]. Tas ir balstīts uz ekonomikas materiālu plūsmas analīzi, izvērtējot gan koksnes plūsmas (uzskaitot aptuveni 100 preču tirdzniecību, importu – eksportu) un pašmāju koku ciršanu (mežizstrāde ES robežās), izmantojot standarta konversijas vērtības, lai iegūtu primārās, izejmateriālu koksnes apmērus [30]. Lai varētu plānot, kā šis novērtētais apjoms attīstītos nākotnē, tika pieņemts, ka primārās koksnes patēriņš palielinās ar tādu pašu tempu kā visaptverošais koksnes pieprasījums (ņemot vērā koksnes pieprasījumu gan produktiem, gan enerģijai), kas dots literatūrā. Šis ir vienkāršots pieņēmums caurspīdīguma nodrošināšanas nolūkos, lai izstrādātu pirmo salīdzinājumu iespējamajiem nākotnes pieprasījuma ceļiem ar ilgtspējīgas piegādes ierobežojumiem, taču tas var arī neatspoguļot pašus reālistiskākos vai optimistiskākos pieņēmumus (piemēram, autori stingri iesaka veicināt lielākas koksnes daļas sasniegšanu, izmantojot sekundāros avotus (atkārtoti izmantotus un pārstrādātus) nākotnē). Būtu jāņem vērā arī, ka šī metode tādejādi pārvērtē primārās koksnes pieprasījuma pieaugumu salīdzinājumā ar EUWood un EFSOS II pieņēmumiem, kas ir saistīti ar palielinātiem pieprasījuma līmeņiem, kuri tiek apmierināti, izmantojot sekundāros avotus. Metodi vajadzētu nākotnē uzlabot, izmantojot padziļinātu un visaptverošu modelēšanu un scenāriju pieņēmumus. Šim rakstam tika izšķirti trīs scenāriji no literatūras:

- **Liels attīstība + RES: Scenārijs A1 produktiem un RES direktīvas mērķu sasniegšana kurināmajam.** Šis scenārijs ir balstīts uz EUWood projektu [39]. Būtu jāņem vērā, ka enerģētiskās koksnes apjomi tiek balstīti uz literatūras novērtējumiem, kuros ir aprēķināti nepieciešamie apjomi 2030.gadam pirms 2014.gadā tika pieņemti pārstrādātie mērķi. Tas nozīmē - mērķu sasniegšanai var būt nepieciešami mazāki koksnes enerģijas apjomi kā aprakstīts šeit, tādejādi norādot uz potenciāli pārāk augstu novērtējumu.
- **Mērena attīstība + RES: Scenārijs B2 produktiem un RES direktīvas mērķu sasniegšana kurināmajam.** Šis scenārijs ir balstīts uz novērtējumiem, kas iegūti no EFSOS II [18]. Būtu jāņem vērā, ka tie nedaudz atšķiras no novērtējumiem, kas balstīti

uz EUWood projektu attiecībā uz produktiem (novērtējumi starp pētījumiem atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanai atšķiras tikai par 1M^3 2030.gadā). EFSOS II ir mazāks produktu pieprasījums B2 scenārijā, ko rada pārskatīti papīra patēriņa aprēķini (atspoguļojot tendenci samazināties papīra izmantošanai grafiskiem mērķiem dēļ konkurences ar elektroniskajiem plašsaziņas līdzekļiem; vajadzētu atzīmēt, ka šī tendence patiesībā ir izteiktāka nekā novērtēts, iespējami novedot pat pie daudz zemāka pieprasījuma pēc produktiem un pie lielākām iespējam enerģijas koksnei).

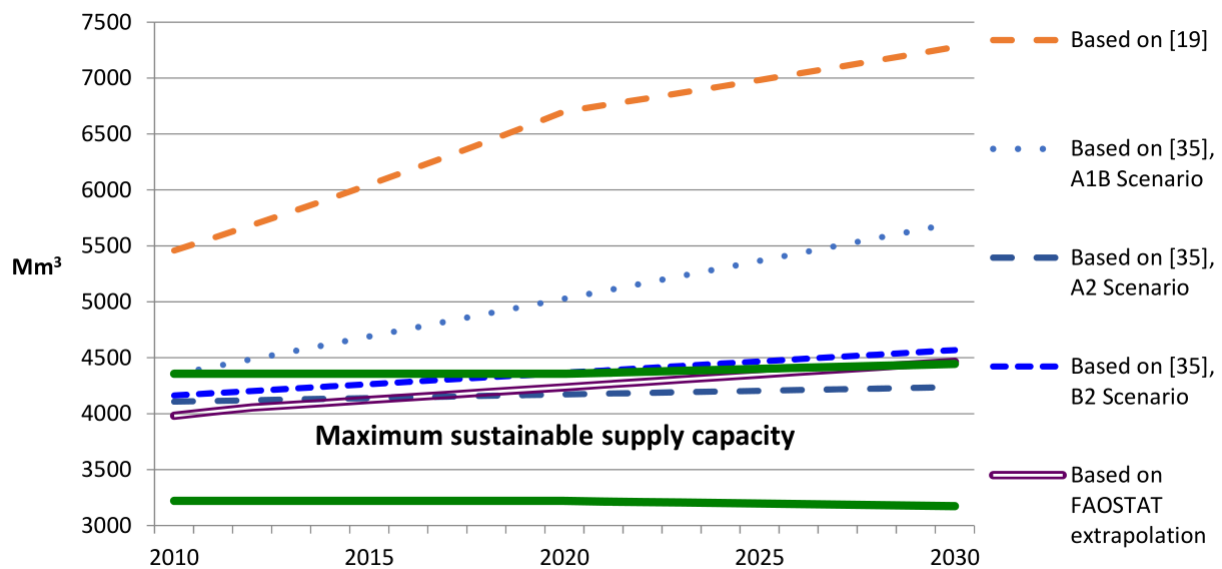
- **Mērena attīstība, nav RES: Scenārijs B2 produktiem un iepriekšējo tendenču turpinājums kurināmajai koksnei** (ekstrapolācija aptuveni 1,5% gadā). Šis scenārijs ir balstīts uz atsaucē scenāriju no EFSOS II [18].

Citiem vārdiem – EUWood projektā [39] kopējais pieprasījums pēc masīvkoksnes ekvivalentiem palielinās aptuveni no 800 Mm^3 2010.gadā līdz 1100 Mm^3 2020.gadā, un 1370 Mm^3 2030.gadā IPCC A1 scenārijā produktiem un scenārijā atjaunojamo enerģijas mērķu sasniegšanai enerģijai. Tas nozīmē, ka pieprasījums palielinās par 37% periodā 2010-2020 un par 71% periodā 2010-2030. Šī procentuālā izmaiņa tika piemērota kopējam primārajam patēriņam, kas novērtēts EU-27 2010.gadā (citiem vārdiem – 473 Mm^3 , ko novērtēja O'Brien un Bringežū [30]). Vajadzētu ņemt vērā, ka scenāriji no EFSOS II [18] tika modificēti, balstoties uz valstu datiem, lai atspoguļotu EU-27 četru scenāriju rezultātus (bez Maltas un Rumānijas).

4.Rezultāti.

Globālajos rezultātos ir atspoguļots pieprasījums pēc neapstrādātas primārās koksnes, aptuveni $4,2 - 7,2\text{ Gm}^3$ 2030.gadā (Attēls nr.1). Salīdzinājumā ar FAOSTAT ekstrapolēto tendenci tiek atklāts - ir paredzams, ka globālais patēriņš palielināsies daudz lielākā tempā nekā pēdējos 50 gados. Globālā līmenī atšķirība starp A1 pasauli un B2 pasauli ir īpatnēja, A1 scenārijā (kas tiek raksturots ar augstu pieaugumu) tiek uzrādīts milzīgs pieaugums koksnes patēriņā, kas var nebūt pats ticamākais nākotnes attīstības scenārijs.

Salīdzinājumā ar O'Brien un Bringežū [31] izstrādāto ilgtspējīgas apgādes diapazonu, A2 un B2 globālie scenāriji, kas balstīti uz Buongiorno u.c. [35], līdz 2030.gadam atrodas ilgtspējīgas apgādes diapazona augšējai sliekšņa vērtībai vai arī tuvu tai. Scenārijā, kas balstīts uz A1 pasauli ar augstu ekonomisko izaugsmi un kurināmās koksnes pieprasījumu, ātri tiek pārsniegts ilgtspējīgas apgādes diapazons pēc 2010.gada (piemēram, tas pārsniedz augšējo robežu aptuveni par 30% 2030.gadā). Scenārijos, kas balstīti uz FAO datiem [19], ar augstiem pieņēmumiem par kurināmo koksni, tiek atklāts, ka mērķa intervāls tika pārsniegts jau 2010.gadā un ka šī atstarpe turpinās nozīmīgi pieaugt līdz 2050.gadam. 2030.gadā ilgtspējīgas apgādes diapazona augšējā robeža tiks pārsniegta aptuveni par 65%, atbilstoši šiem aprēķiniem [19]. Vienkāršā ekstrapolācija, kurā tiek parādīta pēdējo 50 gadu globālo tendenču turpināšanās, kas balstīta uz FAOSTAT datiem, 2030.gadā tikko pārsniegs ilgtspējīgas apgādes diapazona augšējo sliekšņa vērtību. Kopumā ņemot, visos ilgtermiņa attīstības gadījumos tiek uzrādīts globālās ilgtspējīgās apgādes etalonvērtības diapazona pārsniegums.

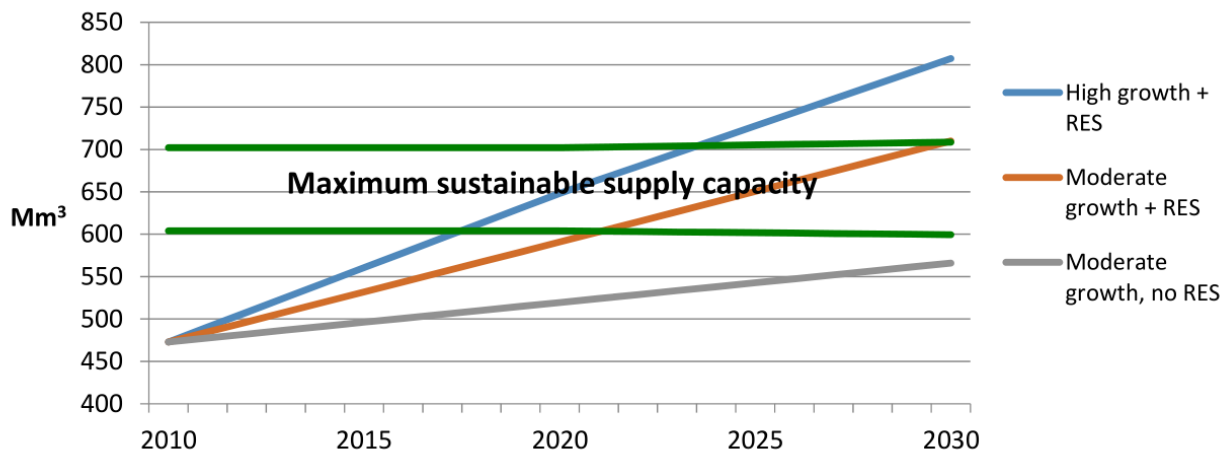


„Maximum sustainable supply capacity” – maksimālā ilgtspējīgā apgādes kapacitāte; „Based on” – pamatojoties uz; „Faostat extrapolation” – FAOSTAT ekstrapolācija

Attēls nr.1. Globālie patēriņa scenāriji, salīdzināti ar globālo mežu ilgtspējīgas apgādes kapacitātes diapazonu primārajai koksnei, balstoties uz dažādiem avotiem, 2010 - 2030. Piezīme: nākotnes novērtējumos tiek atspoguļots izmaiņu virziens, balstoties uz literatūras avotu [19,35] un pagātnes tendenču ekstrapolāciju no FAOSTAT. Ikgadēja lineārā attīstība tiek pieņemta, balstoties uz datiem no atsevišķiem punktiem laikā. Indikatīviem nolūkiem ilgtspējīgas apgādes diapazons [31] ir paplašināts līdz 2010.gadam. Tas ir balstīts uz konstanta diapazona perioda 2010-2020 (piem., diapazonā no 3220 līdz 4360 Mm³), kas ietver reālistiskus potenciālos diapazonus, izmantojot 80% un 90% no NAI 2010.gadā [31].

Attēlā nr.2 tiek parādīti rezultāti ES patēriņa scenāriju salīdzinājumam ar ES ilgtspējīgas apgādes diapazonu. 2030.gadā ES būtu nepieciešams aptuveni 570 Mm³ – 800 Mm³ primārās koksnes, lai apmierinātu pieprasījumu atkarībā no scenārija (salīdzinājumā jāatzīmē, ka kopējais produktu un enerģijas pieprasījums koksnes resursu balansa metodē (t.i., ieskaitot sekundāros avotus) tika noteikts EUWood projektā [39] kā 1372 Mm³ viņu A1 scenārijā produktiem + atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanai un kā 1280 Mm³ viņu B2 scenārijā produktiem + atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanai; EFSOS II [18] novērtēja 989 Mm³ viņu atsaucē scenārijā un 1234 Mm³ viņu koksnes enerģijas veicināšanas scenārijā 2030.gadā). Attēlā nr.2 tiek parādīts, ka vidējā pieauguma scenārijā būtu nepieciešams par aptuveni 140 Mm³ vairāk primārās koksnes, lai sasniegtu atjaunojamās enerģijas mērķus, salīdzinājumā ar mēreno scenāriju, nesasniedzot RES mērķus, un aptuveni 50% no pieprasījuma veido kurināmā koksne scenārijā, nesasniedzot RES mērķus. Salīdzinājumā ar ilgtspējīgās apgādes diapazonu, attēlā nr.2 tiek atklāts, ka patēriņa līmenis visticamāk paliks zem ES mežu ilgtspējīgās apgādes kapacitātes periodā no 2010.gada līdz pat 2020-tajiem gadiem. Šajos scenārijos, lai sasniegtu atjaunojamās enerģijas mērķus, ilgtspējīgās apgādes diapazona augšējā robeža tiek pārsniegta 2024.gadā, lielā ekonomiskā pieauguma scenārijā un 2030.gadā, mērenā ekonomiskā pieauguma scenārijā. Vēlreiz būtu nepieciešams uzsvērt, ka primārā pieprasījuma pieaugums var būt pārvērtēts, un pieprasījuma augstāko līmeņu sasniegšana, izmantojot sekundāros avotus, izraisītu izmaiņas šajās dinamikās ar iespējamajām mērenā pieauguma scenārija interpretācijas sekām, kurā maksimālās ilgtspējības robežvērtība tiek pārsniegta vienīgi perioda beigās. Scenārijā ar mērenu pieaugumu un atjaunojamās enerģijas mērķu nesasniegšanu, ES patēriņa līmeņi paliks zem ilgtspējīgās apgādes diapazona vai arī tā robežās. Kopumā rezultātos tiek netieši norādīts, ka, lai ilgtermiņā sasniegtu atjaunojamās enerģijas mērķus, ES vajadzētu kļūt daudz atkarīgākai no importa un/vai būtu nepieciešami daudz augstāki mobilizācijas līmeņi vietējos mežos, kas varētu novest pie pārmērīgas lietošanas saistībā gan ar mežu degradāciju, gan ar mežu zudumiem. Atkarībai no importa palielinājuma var būt līdzīgi

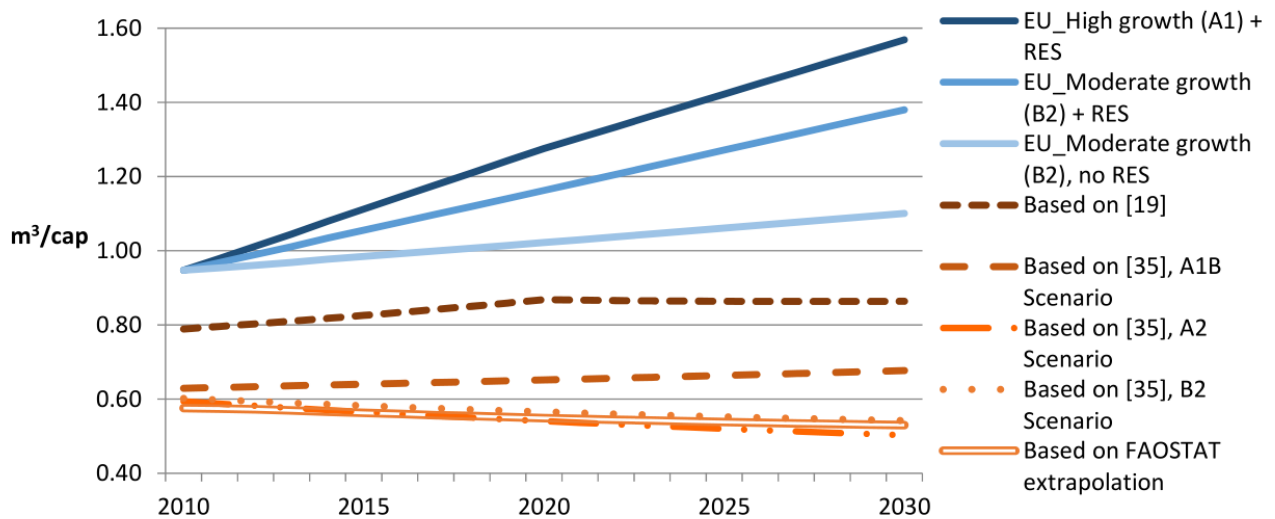
negatīvi efekti, ja tā netiek kontrolēta plašākos ilgtspējīgas resursu pārvaldības ietvaros un taisnīgā sadalījumā, ar it sevišķi lielām bažām par bioloģiskās daudzveidības risku palielināšanu (īpaši ņemot vērā aprēķinu, ka planētas robežas bioloģiskās daudzveidības zaudēšanai jau ir pārsniegtas [42,46]). Kā alternatīva, zemāki primārās koksnes pieprasījuma līmeņi produktiem (piemēram, sekundāro avotu palielinājuma un/vai samazināta pieprasījuma dēļ (papīra aizvietošana u.c.)) varētu atbrīvot vairāk vietas enerģijas koksnei nākotnē.



„Maximum sustainable supply capacity” – maksimālā ilgtspējīgā apgādes kapacitāte; „High growth” – liels pieaugums, „Moderate growth” – mērens pieaugums; „No RES” – bez RES

Attēls nr.2. ES patēriņa scenāriji salīdzinājumā ar ES mežu ilgtspējīgas apgādes kapacitātes diapazonu, 2010-2030. Piezīme: patēriņa dati ir balstīti uz literatūras avotiem [18,39], ņemot vērā, ka primārās koksnes patēriņš var būt pārvērtēts vienkāršotu pieņēmumu dēļ. Indikatīviem mērķiem ilgtspējīgās apgādes diapazons ir paplašināts līdz 2010.gadam. Tas ir balstīts uz konstantu diapazonu periodam 2010-2020 (piem., diapazonā 600-700Mm³), kas aptver reālistisku potenciālo novērtējumu, izmantojot 80% no neto ikgadējā palielinājuma 2010.gadam [31].

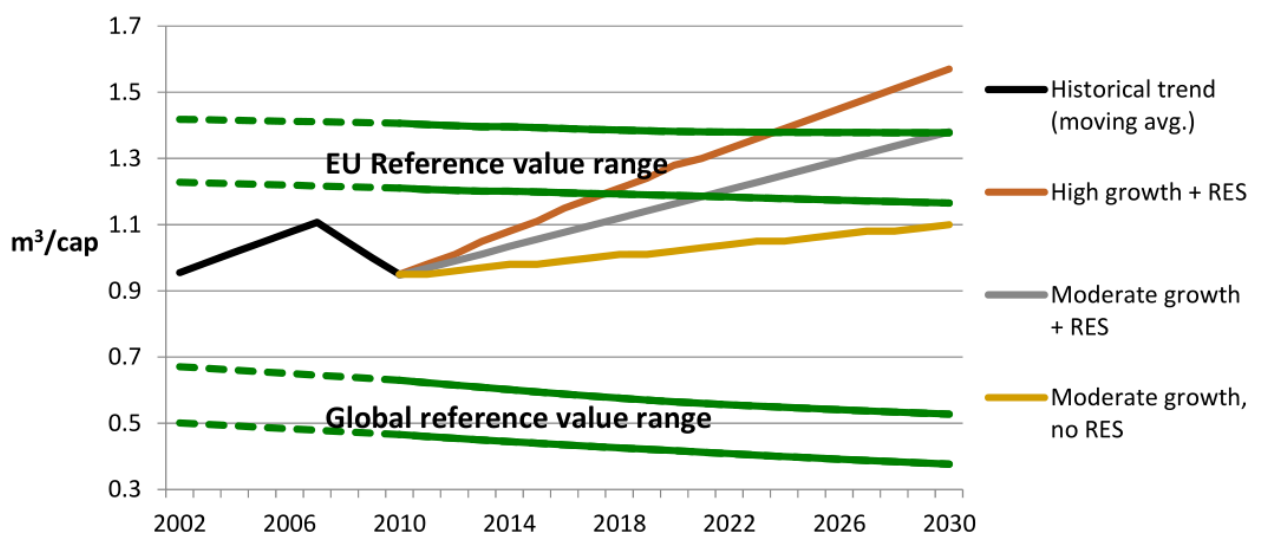
Attēlā Nr.3 tiek salīdzināti scenārijos noteiktie globālie un ES patēriņa līmeņi uz iedzīvotāju. Tiek atklāts ievērojami lielāks patēriņa līmenis uz vienu cilvēku ES kā vidēji pasaulē. **ES patēriņš ir 2 reizes lielāks nekā pasaules vidējais patēriņš, salīdzinot zemākos scenāriju aprēķinus gan ES, gan pasaulē 2030.gadā** (citiem vārdiem – mērenās ekonomiskās attīstības scenārijs (B2) abos gadījumos, bet nesasniedzot atjaunojamās enerģijas mērķus ES). Scenāriju augstāko novērtējumu salīdzinājumā gan ES, gan pasaulei tiek atklāts, ka ES patēriņš ir 1,8 reizes lielāks nekā vidēji pasaulē (piem., augsta ekonomiskā attīstība un atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšana ES salīdzinājumā ar tendencēm, kas balstītas uz FAO [19] globālā mērogā). Salīdzinot tendences ar IPCC scenārijiem, tiek atklāts, ka A1 gadījumā (augsta ekonomiskā attīstība) ES patēriņš ir 2,3 reizes lielāks nekā vidēji pasaulē, savukārt B2 gadījumā (mērena ekonomiskā attīstība) ES patēriņš ir 2,5 reizes lielāks nekā vidēji pasaulē (pamatojoties uz atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanu ES abos gadījumos). Tas norāda, ka sagaidāmie ES patēriņa līmeņi, it sevišķi, lai sasniegtu atjaunojamās enerģijas mērķus, noved pie ļoti neproporcionāliem patēriņa modeļiem, kas ir 1,8 – 2,5 reizes lielāki nekā paredzamie vidējie patēriņa līmeņi globālā mērogā 2030.gadā.



„EU_High growth” – ES augsta attīstība; „EU_Moderate growth” – ES mērena attīstība; „Based on” - pamatojoties uz; „extrapolation” – ekstrapolācija

Attēls Nr.3. Globālie un ES scenāriji primārās koksnes patēriņam uz iedzīvotāju, pie dažādiem pieņēmumiem saistībā ar ekonomisko attīstību un kurināmās koksnes izmantošanu, 2010-2050. Piezīme: balstīti uz literatūras avotiem [18, 19, 35, 39].

Attēlā nr.4 tiek attēloti patēriņa scenāriji EU-27 uz cilvēku periodā 2002-2030, salīdzinājumā ar ES un globālajiem etalonvērtības diapazoniem. Tiek parādīts, ka ES patēriņa līmeņi visticamāk paliks zem ES etalonvērtību diapazona periodā 2002-2020 visos scenārijos, taču līmenis jau ir nozīmīgi pārsniedzis globālo etalonvērtības diapazonu uz vienu iedzīvotāju. 2030.gadā, scenārijs ar augstu ekonomisko attīstību un atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanu novestu pie ES patēriņa līmeņa, kurš pārsniegtu ES etalonvērtību diapazona augšējo robežvērtību aptuveni par 15% un būtu gandrīz 3 reizes lielāks nekā globālo etalonvērtību diapazona augšējā robežvērtība. Scenārijā ar mērenu ekonomisko attīstību un atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanu nonāktu pie ES patēriņa līmeņa, kurš būtu tikai nedaudz virs ES etalonvērtību diapazona augšējās robežvērtības un gandrīz 2,6 reizes lielāks nekā globālo etalonvērtību diapazona augšējā robeža 2030.gadā. Nesasniedzot atjaunojamās enerģijas mērķus, kā arī pie mērenas ekonomiskās attīstības, ES koksnes patēriņa vērtības paliktu zem ES etalonvērtību diapazona 2030.gadā (tās pārsniegtu etalonvērtību diapazona apakšējo robežu 2032.gadā), taču patēriņš joprojām būtu vairāk nekā 2 reizes lielāks par globālo etalonvērtību diapazona augšējo robežu. Tas rada nopietnas bažas par importa stratēģiju nākotnē.



„EU Reference value range” – ES etalonvērtību diapazons; „Global reference value range” – globālo etalonvērtību diapazons; „Historical trend” – vēsturiskā tendence (slīdošais vidējais); „High growth” – liela attīstība „Moderate growth” – mērena attīstība; „no RES” – bez RES

Attēls nr.4. ES primārās koksnes patēriņa līmeņi, salīdzinājumā ar globālo un ES etalonvērtību diapazonu ilgtspējīgām meža apgādes kapacitātēm, 2002-2030. Piezīme: ES un globālie etalonvērtību diapazoni ir vizualizēti indikatīvā veidā līdz 2002.gadam salīdzināšanas nolūkiem. Tas tiek balstīts vienkārši uz tendenču paplašināšanu. Nākotnes ES patēriņa aprēķini ir balstīti uz tendencēm, kas dotas literatūras avotos [18,35], ar piebildi, ka primārās koksnes patēriņš var būt novērtēts pārāk augstu vienkāršotu pieņēmumu dēļ. Pagātnes ES patēriņa tendences ir balstītas uz O’Brienu un Bringežu [30].

5.Diskusija

Sasniedzot aptuveni 40% no ES atjaunojamās enerģijas mērķa daļas, izmantojot koksnī 2020.gadā un turpmāk, tiktu palielināts spiediens uz globālo zemes izmantošanu ar potenciālu ietekmi uz klimata pārmaiņām un bioloģisko daudzveidību. Rezultātos tiek atspoguļots, ka sasniegto atjaunojamās enerģijas mērķus, ES primārās koksnes kopējais pieprasījums periodā 2010-2030 palielinātos aptuveni par 55-70% (ir paredzams, ka kopējais palielinājums par 20% varētu būt sagaidāms mērenas attīstības scenārijā, bez atjaunojamās enerģijas mērķu sasniegšanas). Šajā palielinājumā tiek norādīts, ka ES pārsniegtu tās ilgtspējīgās apgādes kapacitāti periodā 2024-2030, potenciāli padarot ES atkarīgu no importa (lai „mājās” nodrošinātu ilgtspējīgas meža pārvaldības prakses). 2030.gadā kopējais ES patēriņš būtu nedaudz par 15% lielāks par ES etalonvērtību diapazona augšējo robežu un aptuveni par 160 – 200 % lielāks nekā globālo etalonvērtību diapazona augšējā robežvērtība. Tādējādi tiktu veicināts mežu izmantošanas drošas darbības telpas pārsniegums globālā mērogā [31], kas aprēķināts globālajos augstas attīstības scenārijos. Precīzāk – divos no globālajiem scenārijiem jau tiek uzrādīts pārsniegums aptuveni 30 – 65% apmērā no augšējās ilgtspējīgas apgādes robežas, padarot importa stratēģiju īpaši apšaubāmu. Nedaudz mazāki enerģētiskās koksnes mērķi, kā arī produkcijas pieprasījuma pieauguma palēnināšanās varētu samazināt spiedienu, kā arī būtu iespējams ES mērenā pieprasījuma attīstības scenārijam palikt teritoriālā ES ilgtspējīgas apgādes diapazonā. Tas norādītu uz nepieciešamību pēc politikām, kurās tiktu veicināta ilgtspējīga mežizstrāde un koksnes mobilizācija Eiropas Savienībā, lai sasniegtu šīs prasības un mazinātu riskus, kas saistīti ar pārmaiņām ražošanā un mežizstrādē ārzemēs. Tomēr šāds mērenas attīstības scenārijs joprojām būtu virs globālās etalonvērtības diapazona – tādēļ rodas jautājums, kurš etalonvērtību diapazons ir piemērots ES, lai tiktu izmantots kā ievirze [31].

Prognozētie patēriņa līmeņi Eiropas Savienībā ir arī ļoti nesamērīgi salīdzinājumā ar vidējo globālo līmeni. Aptuvenais ES patēriņa līmenis pārsniegtu vidējo globālā patēriņa līmeni ar faktoru 1,8 – 2,6 scenārijos, kur tiek sasniegti atjaunojamās enerģijas mērķi pie salīdzināmas ekonomiskās attīstības (piem., A1 un B2 visaptverošie sižeti). Ņemot vērā „taisnīguma principu”, piemēram, 2002 Nūdeli Deklarācijā [43], šāda attīstība varētu radīt risku veicināt nevienlīdzību starp paaudzēm un atsevišķu paaudžu ietvaros (inter-/intra-). Atkarībā no koksnes ieguves avota, tas var arī ierobežot tiesības uz taisnīgu pieeju globālajiem resursiem (piemēram, „zemes sagrābšanas” gadījumi plantāciju izveidošanai un mežsaimniecībai [47]).

Šeit sniegtajos rezultātos tiek atspoguļota kulminācija secinājumiem no rakstu „sērijas” [30,31]. Kopumā, secinājumos tiek norādīts uz nepieciešamību izstrādāt sistēmisku mežsaimniecības nozares un ar to saistīto nozaru uzraudzību, ieskaitot koksnes plūsmu uzskaiti, kuru uzsver indikatori (piemēram, meža pēdas nospiedums) un ilgtspējības etaloni (piemēram, etalonvērtības (un gala rezultātā arī mērķi) ilgtspējīgai apgādes kapacitātei no mežiem dažādās telpiskajās dimensijās). **Rakstā tiek uzsvērts tas, cik nozīmīgi ir ņemt vērā nākotnes perspektīvu, izstrādājot gudras politikas gan koksnes, gan meža izmantošanai, lai ievērotu ilgtspējības apsvērumus. Šim mērķim vēl ir nepieciešama izpēte, savukārt šajā rakstā ir**

sniegti pirmie soļi ceļā uz konceptuālu sistēmu un pieeju, kas nākotnē ir jāatbalsta ar uzticamākiem datiem, kā arī metodoloģisko robustumu.

Piemēram, globālā līmenī scenāriji bija balstīti uz diviem avotiem [19,35]. Tomēr šajos scenārijos tika uzrādītas lielas atšķirības kurināmās koksnes patēriņa vēsturiskajos līmeņos (dažādu aprēķinu metožu dēļ) un prognozētajā rūpnieciskās apaļkoksnes nākotnes līmenī. Šo atšķirību cēloņi ir atšķirīgās modelēšanas un prognozēšanas pieejas, pakļaušanās uz ekonomisko modelēšanu [35] pretstatā sagaidāmo tendenču kopumam dažādos pasaules reģionos no meža nozares perspektīvas pētījumiem [19] (veikti kopā ar FAO un reģionālajiem ekspertiem), kas balstīti uz galvenajiem pārmaiņu virzītājspēkiem (saistībā ar demogrāfiju, ekonomiku un politikām, it sevišķi enerģijas politikām Eiropā). Šīs plaisas esamība norāda uz nepieciešamību uzlabot metodes un pieeju koksnes pieprasījuma prognozēšanai, iespējams, izmantojot augšupējas tendences un lejupēju modelēšanu, vienlaicīgi ņemot vērā arī meža nozarē notiekošās strukturālās izmaiņas [25], it sevišķi tās, kas saistītas ar bioenerģiju [36] un potenciāli augošo bioekonomiku. Tas attiecas uz nepieciešamību labāk izprast procesus un tendences apgādes pusē, it sevišķi saistībā ar labākiem datiem par koksni no stādījumiem [48], kā arī par meža pārvaldību, izmantošanu un saistību ar vides izaicinājumiem, piemēram, klimata pārmaiņām [4] un bioloģiskās daudzveidības zudumu [49].

Attiecībā uz ES pieprasījuma scenārijiem – ir nepieciešamas pastiprinātas metodes, lai uzskaitītu primārās koksnes patēriņu. Lielākajā daļa literatūras avotu ir iekļauti patēriņa novērtējumi, kas balstīti uz pieprasījumu, neatkarīgi no tā, vai šis sagaidāmais pieprasījuma līmenis balstās uz primārās neapstrādātās koksnes vai arī pārstrādes plūsmām. Lai varētu salīdzināt meža un ilgtspējīgas apgādes kapacitātes, ir nepieciešamas primārās plūsmas, ieskaitot importu un eksportu, kā arī ar atkārtoti izmantotu koksnes produktu tirdzniecību saistītās globālās tendences ir jāpadara par jomu pētniecībai nākotnē. Šajā rakstā veiktās prognozes ir balstītas uz literatūras avotos dotajām replicējošām tendencēm, un ir nepieciešama izpēte, lai izstrādātu metodoloģiju un modelēšanas scenārijus, lai īpaši risinātu šajā rakstā uzdotos jautājumus. Nākotnē ekspertu spriedumu varētu izmantot kā vienu no pieejām, lai labāk atšķirtu dažādu veidu plūsmu primāros un sekundāros avotus. Būtu jāpiezīmē, ka šajā rakstā sniegtajās prognozēs uzsvars ir veikts uz primāro koksni, savukārt „koksnes ekvivalentu” kopējais patēriņš varētu būt daudz lielāks drošas darbības telpas scenārijā, ja, piemēram, tiek vairāk izmantotas pārstrādes plūsmas. Tāpēc ir jānorāda arī uz inovāciju nozīmību koksnes atkārtotā izmantošanā un pārstrādē nākotnē (piemēram, kaskadēta izmantošana [50-53]), lai samazinātu pieprasījumu pēc primārās koksnes. Palielināta sekundāro avotu izmantošana nozīmētu arī to, ka būtu iespējams piedāvāt vairāk produktu drošas darbības telpas ietvaros.

6.Secinājumi.

Šajā rakstā sniegtajos atzinumos ir izteikts arī atbalsts literatūrai, kurā ir norādīts uz potenciāli saasinātām vides, kā arī sociālajām⁷ problēmām, kas saistītas ar strauji un nozīmīgi pieaugošo pieprasījumu pēc koksnes. Šajā rakstā tiek it sevišķi parādīts, ka enerģijas nolūkiem izmantotās koksnes apjomu palielināšanās Eiropas Savienībā var radīt risku nozīmīgi pārsniegt aprēķināto drošas darbības telpas „taisnīgo daļu” globālajā koksnes patēriņā [31]. Tas norāda uz augstu problēmu pārvirzīšanās risku un uz strauju nepieciešamību pēc labākiem datiem, uzlabotu rēķinvedību un pastiprinātu uzraudzību dažādos analīzes mērogos un laikā. Politikas veidotājiem tas nozīmē nepieciešamību palielināt uzraudzības pasākumus. Pastāv arī steidzama nepieciešamība pārslēgties uz jauniem pārvaldības veidiem [56], kuros tiek atpazītas ekoloģiskās robežas un nepieciešamība veikt regulāciju to iekšienē [46]. Lai sasniegtu šo mērķi, droša darbības telpa mežam būtu jādefinē daudz robustākā veidā – izmantojot pētījumus, kas nepieciešami datu bāzes stiprināšanai, kā arī pētot sociāli-politisko legimititāti drošas darbības telpas konceptam saistībā ar mērķiem nākotnē. Politikas veidotāji var turpināt palielināt atbalstu inovācijām ilgtspējīgā mežu pārvaldē, vērtību ķēdēs un biznesa modeļu izstrādē (piemēram, atkārtotas izmantošanas, pārstrādes

⁷ Ne tikai saistībā ar ierobežotu resursu taisnīgu sadalījumu, bet arī ar tādiem izaicinājumiem kā zemes sagrābšana, kas saistīta ar badu, nabadzību un nevienlīdzību [54,55].

un kaskāžu virzienā), lai veicinātu gan ilgtspējīgas ražošanas, gan patēriņa praksi tādā veidā, kurā tiek atbalstīta ekonomiskā konkurētspēju un tiek cienītas ekoloģiskās robežas.

Atzinības: Šis raksts balstās uz daļu no disertācijas darba „Koksnes patēriņš un ilgtspējīga meža izmantošana: ES pašreizējais un paredzamais globālās koksnes patēriņš attiecībā pret ilgtspējīgas apgādes globālo kapacitāti”, kuru publicējusi Kaseles Universitātes izdevniecība 2016.gadā un atbalstīja Vupertāles Klimata, vides un enerģijas institūts. Kaseles Universitāte nodrošināja arī finansējumu šī raksta publicēšanai brīvā piekļuvē.

Atsauces

1. „ES Direktīva 2009/28/EC par atjaunojamu avotu enerģijas izmantošanas veicināšanu, un par direktīvu 2001/77/EC un 2003/30/EC pieprasīšanu un secīgu anulēšanu.” ES: Brisele, Beļģija, 2009, krājums 140, 16. – 62. lpp; (EU. *Directive 2009/28/EC on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources and Demanding and Subsequently Repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*; EU: Brussels, Belgium, 2009; Volume 140, pp. 16–62.)
2. Eurostat. „Izskaidrota statistika: enerģija no atjaunojamiem avotiem”, versija 17.06.2014; Eurostat: Luksemburga, 2014. (Eurostat. *Statistics Explained: Energy from Renewable Sources*, version 17.06.2014; Eurostat: Luxembourg, 2014.)
3. Schulze, E.D.; Körner, C.; Law, B.E.; Haberl, H.; Luysaert, S. „Liela mēroga bioenerģija nav nedz ilgtspējīga, nedz siltumnīcefekta gāzu neitrāla.” (*Large-scale bioenergy is neither sustainable nor greenhouse gas neutral. Glob. Chang. Biol. Bioenergy* 2012, 4, 611–616.)
4. Haberl, H.; Schultze, E.-D.; Körner, C.; Law, B.E.; Holtsmark, B.; Luysaert, S. Response: „Sarežģītības ilgtspējīgā mežu izmantošanā” (*Complexities of sustainable forest use. Glob. Chang. Biol. Bioenergy* 2013, 5, 1–2.)
5. Agostini, A.; Giuntoli, J.; Boulamanti, A. „Meža bioenerģijas oglekļa aprēķins” (*Carbon Accounting of Forest Bioenergy*; Marelli, L., Ed.; European Union Joint Research Centre: Ispra, Italy, 2013.)
6. Gibson, L.; Lee, T.M.; Koh, L.P.; Brook, B.W.; Gardner, T.A.; Barlow, J.; Peres, C.A.; Bradshaw, C.J.A.; Laurance, W.F.; Lovejoy, T.E.; u.c. „Primārie meži ir neaizvietojami tropiskās bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā” (*Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. Nature* 2011, 478, 378–381.)
7. UNEP. „Globālās zemes izmantošanas izvērtēšana: patēriņa balansēšana ar ilgtspējīgu apgādi” (*Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply; A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel*; UNEP: Nairobi, Kenya, 2014.)
8. Smeets, E.; Faaij, A. „Bioenerģijas ražošanas potenciāls no mežsaimniecības līdz 2050. (Bioenergy production potentials from forestry to 2050. *Clim. Chang.* 2007, 81, 353–390.)
9. Anttila, P.; Karjalainen, T.; Asikainen, A. „Modernās kurināmās koksnes globālais potenciāls” (*Global Potential of Modern Fuelwood*; Finnish Forest Research Institute: Helsinki, Finland, 2009.)
10. Karjalainen, T.; Asikainen, A.; Ilavsky, J.; Zamboni, R.; Hotari, K.-E.; Röser, D. „Enerģētiskās koksnes potenciāla Eiropā aprēķins” (*Estimation of Energy Wood Potential in Europe*; Working Paper of the Finnish Forest Research Institute 6; Finnish Forest Research Institute: Helsinki, Finland, 2004.)
11. Ericsson, K.; Nilsson, L.J. „Potenciālās biomasas apgādes izvērtējums Eiropā, izmantojot resursu fokusētu pieeju.” (*Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource— Focused approach. Biomass Bioenergy* 2006, 30, 1–15.)
12. Alakangas, E.; Heikkinen, A.; Lensu, T.; Vesterinen, P. „Biomasas degvielas tirdzniecība Eiropā” (*Biomass Fuel Trade in Europe*; Report of the EUBIONET II Project; VTT Technical Research Centre of Finland: Espoo, Finland, 2007.)
13. Asikainen, A.; Liiri, H.; Peltola, S.; Karjalainen, T.; Laitila, J. „Mežu enerģijas potenciāls Eiropā (EU 27)” (*Forest Energy Potential in Europe (EU 27)*; Metla Working Papers 69; Finnish Forest Research Institute: Helsinki, Finland, 2008.)

14. Verkerk, P.J.; Anttila, P.; Eggers, J.; Lindner, M.; Asikainen, A. „Īstenojamā potenciālā koksnes biomasas piegāde no mežiem Eiropas Savienībā” (The realisable potential supply of woody biomass from forests in the European Union. *For. Ecol. Manag.* 2011, 261, 2007–2015.)
15. Hennenberg, K.; Böttcher, H.; Wiegmann, K.; Forsell, N.; Korosuo, A.; Havlík, P.; Valin, H.; Lauri, P.; Gusti, M.; Kindermann, G.; u.c. „Pētījums par ietekmēm uz resursu efektivitāti nākotnes ES bioenerģijas pieprasījumā – 2.uzdevums: Biomasas ražošanas ietekmes pētījums uz dabiskajiem resursiem un globālo vidi” (Study on Impacts on Resource Efficiency of Future EU Demand for Bioenergy—Task 2: Analysis of Impacts of Biomass Production on Natural Resources and the Global Environment; European Commission: Brussels, Belgium, 2014.)
16. Moffat, A.; Nisbet, T.; Nicoll, B. „Celmu un sakņu ievākšanas vides efekti” (Environmental Effects of Stump and Root Harvesting; Research Note; 2011.)
Pieejams tiešsaistē: [http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRN009.pdf/\\$FILE/FCRN009.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRN009.pdf/$FILE/FCRN009.pdf) (accessed on 22 November 2017).
17. Vanhala, P.; Repo, A.; Liski, J. „Meža bioenerģija uz oglekļa sekvesterācijas rēķina?” (Forest bioenergy at the cost of carbon sequestration? *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 2013, 5, 41–46.)
18. UNECE; FAO; UN. „Eiropas mežu nozares perspektīvais pētījums” (The European Forest Sector Outlook Study II: 2010–2030; United Nations: Geneva, Switzerland, 2012.)
19. FAO. „Pasaules mežu stāvoklis 2009” (State of the World’s Forests 2009; Food and Agricultural Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2009.)
20. Burger, J.A. „Pārvaldības ietekme uz pārvaldīto meža ekosistēmu augšanu, ražošanu un ilgtspējību: pagātnes tendences un nākotnes virzieni” (Management effects on growth, production and sustainability of managed forest ecosystems: Past trends and future directions. *For. Ecol. Manag.* 2009, 258, 2335–2346.)
21. Nasi, R.; Frost, P.G.H. „Ilgspējīga mežu pārvaldība tropu joslā: vai viss ir kārtībā, bet pacients joprojām mirst?” (Sustainable forest management in the tropics: Is everything in order but the patient still dying? *Ecol. Soc.* 2009, 14, 40.)
22. Warman, R.D. „Globālā koksnes ražošana no dabiskajiem mežiem ir sasniegusi maksimumu” (Global wood production from natural forests has peaked. *Biodivers. Conserv.* 2014, 23, 1063–1078.)
23. Payn, T.; Carnus, J.M.; Freer-Smith, P.; Kimberley, M.; Kollert, W.; Liu, S.; Orazio, C.; Rodriguez, L.; Silva, L.N.; Wingfield, M.J. „Izmaiņas stādītajos mežos un globālās sekas” (Changes in planted forests and future global implications. *For. Ecol. Manag.* 2015, 352, 57–67.)
24. Cubbage, F.; Mac Donagh, P.; Sawinski, J.; Rubilar, R.; Donoso, P.; Ferreira, A.; Hoefflich, V.; Olmos, V.V.; Ferreira, G.; Balmeilli, G.; u.c. „Koksnes investīciju atdeve izvēlētos stādījumos un dabiskajos mežos Dienvidamerikā un Dienvidu ASV” (Timber investment returns for selected plantations and native forests in South America and the Southern United States. *New For.* 2007, 33, 237–255.)
25. Hurmekoski, E.; Hetemäki, L. „Mežu nozares nākotnes izpēte: ilgtermiņa perspektīvas pētījumu sekas un izvērtēšana” (Studying the Future of the Forest Sector: Review and Implications for Long-Term Outlook Studies. *For. Policy Econ.* 2013, 34, 17–29.)
26. Opschoor, J.B.; Weterings, R. „Vides izmantošanas telpa: ievads” (Environmental Utilisation Space: An Introduction. *Tijdschrift Voor Milieukunde* 1994, 9, 198–205.)
27. Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND); „Ilgspējīga Vācija globalizētā pasaulē: virzoties uz ilgtspējīgu globālu attīstību” Misereor (Eds.) *Zukunftsfähiges Deutschland: Ein Beitrag zu Einer Global Nachhaltigen Entwicklung [Sustainable Germany in a Globalized World: Toward Global Sustainable Development]*; Birkäuser Verlag: Basel, Switzerland; Bonn, Germany; Berlin, Germany, 1996.
28. UN (United Nations). „Darba kārtība 21” (Agenda 21. In *Proceedings of the United Nations Conference on Environment & Development, Rio De Janerio, Brazil, 3–4 June 1992.*)
29. O’Brien, M. „Koksnes patēriņš un ilgtspējīga mežu izmantošana: ES pašreizējā un paredzamā globālās koksnes patēriņa salīdzinājums saistībā ar globālo kapacitāti ilgtspējīgai apgādei” (Timber Consumption and Sustainable Forest Use: Assessing the EU’s Current and Expected Consumption

- of Global Timber in Relation to the Global Capacity for Sustainable Supply; Kassel University Press: Kassel, Germany, 2016.)
30. O'Brien, M.; Bringezu, S. „Koksnes patēriņš Eiropā: metodes izstrādāšana, lai uzskaitītu koksnes plūsmas un ES globālo meža pēdas nospiedumu” (European timber consumption: Developing a method to account for timber flows and the EU's global forest footprint. *Ecol. Econ.* Forthcoming, accepted with minor revisions.)
31. O'Brien, M.; Bringezu, S. „Kāds ir ilgtspējīgs koksnes patēriņa līmenis ES: virzoties uz globālu un ES etalonvērtību ilgtspējīgai mežu izmantošanai” (What Is a Sustainable Level of Timber Consumption in the EU: Toward Global and EU Benchmarks for Sustainable Forest Use. *Sustainability* 2017, 9, 812.)
32. EREP. „Eiropas Resursu efektivitātes platformas manifests un politikas ieteikumi” (Manifesto and Policy Recommendations of the European Resource Efficiency Platform; European Commission: Brussels, Belgium, 2014.)
33. Tukker, A.; Bulavskaya, T.; Giljum, S.; de Koning, A.; Lutter, S.; Simas, M.S.; Stadler, K.; Wood, R. „Nāciju globālo resursu pēdas nospiedumi – ogleklis, ūdens, zeme un materiāli, ietverti tirdzniecībā un gala patēriņš aprēķināts ar EXIOBASE 2.1” (The Global Resource Footprint of Nations—Carbon, Water, Land, and Materials Embodied in Trade and Final Consumption Calculated with EXIOBASE 2.1; The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research: Delft, The Netherlands; Leiden University: Leiden, The Netherlands; Vienna University of Economics and Business: Vienna, Austria; Norwegian University of Science and Technology: Trondheim, Norway, 2014.)
34. Giljum, S.; Lutter, S.; Bruckner, M.; Aparcana, „Nacionālā patēriņa balstīto indikatoru pašreizējais stāvoklis: pieejamo metožu un datu apskats un izvērtējums, kas tiek izmantoti pēdas nospieduma veida (patēriņa) indikatoru aprēķinos materiāliem, ūdenim, zemei un ogleklim” (State-of-Play of National Consumption Based Indicators: A Review and Evaluation of Available Methods and Data to Calculate Footprint-Type (Consumption-Based) Indicators for Materials, Water, Land and Carbon; Sustainable Europe Research Institute: Vienna, Austria, 2013.)
35. Buongiorno, J.; Zhu, S.; Raunihar, R.; Prestemon, J. „2060 perspektīva pasaules mežiem un mežu nozarēm” (Outlook to 2060 for World Forest and Forest Industries; A Technical Document Supporting the Forest Service 2010 RPA Assessment; USDA: Ashville, AL, USA, 2012.)
36. Raunihar, R.; Buongiorno, J.; Turner, J.A.; Zhu, S. „Globāla perspektīva koksnei un mežiem ar bioenerģijas pieprasījumu, norādītu scenārijos no starpvaldību paneļa par klimata pārmaiņām” (Global outlook for wood and forests with the bioenergy demand implied by scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *For. Policy Econ.* 2010, 12, 48–56.)
37. Jonsson, R. „Koksnes produktu pieprasījuma, piedāvājuma un tirdzniecības Eiropā ekonometriskā modelēšana un aprēķins” (Econometric Modeling and Projections of Wood Products Demand, Supply and Trade in Europe; Geneva Timber and Forest Discussion Paper 59; United Nations Publication: Geneva, Switzerland, 2012.)
38. Steierer, F. „Enerģijas lietošana” (Energy Use; EUwood: Hamburg, Germany, 2010.)
39. Mantau, U.; Saal, U.; Prins, K.; Steierer, F.; Lindner, M.; Verkerk, H.; Eggers, J.; Leek, N.; Oldenburger, J.; Asikainen, A.; u.c. „Īstais potenciāls izmaiņām ES mežu augšanā un izmantošanā” (Real Potential for Changes in Growth and Use of EU Forests; EUwood: Hamburg, Germany, 2010.)
40. Bringezu, S.; O'Brien, M.; Schütz, H. „Aiz biodegvielām: globālās zemes izmantošana vietējam biomasas patēriņam: konceptuāls un empīrisks devums ilgtspējīgā globālo resursu pārvaldībā” (Beyond biofuels: Assessing global land use for domestic consumption of biomass: A conceptual and empirical contribution to sustainable management of global resources. *Land Use Policy* 2012, 1, 224–232.)
41. Council of the European Union. „Atmežošanas un mežu degradācijas izaicinājumu risināšana, lai risinātu klimata pārmaiņas un bioloģiskās daudzveidības izzušanu” (Addressing the Challenges of Deforestation and Forest Degradation to Tackle Climate Change and Biodiversity Loss; Council of the European Union: Brussels, Belgium, 2008.)

42. Steffen, W.; Richardson, K.; Rockström, J.; Cornell, S.E.; Fetzer, I.; Bennett, E.M.; Biggs, R.; Carpenter, S.R.; de Vries, W.; de Wit, C.A.; u.c. „Planētas robežas: cilvēku attīstības vadīšana mainīgā planētā” (Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 2015, 374.)
43. ILA. „Ņūdēli starptautisko tiesību principu deklarācija saistībā ar ilgtspējīgu attīstību” (New Delhi declaration of principles of international law relating to sustainable development. In *Proceedings of the 70th Conference of the International Law Association, New Delhi, India, 2–6 April 2002.*)
44. FAO. „Globālo mežu resursu izvērtējums 2010” (Global Forest Resources Assessment 2010; FAO Forestry Paper 163; FAO: Rome, Italy, 2010.)
45. UN. „Pasaules populācijas izredzes: 2012 redakcijā” (World Population Prospects: The 2012 Revision. 2012. Pieejams tiešsaistē: www.unpopulation.org (accessed on 15 March 2014).
46. Rockström, J.; Steffen, W.; Noone, K.; Persson, Å.; Chapin, F.S., III; Lambin, E.F.; Lenton, T.M.; Scheffer, M.; Folke, C.; Schellnhuber, H.J.; u.c. „Droša darbības telpa cilvēcei” (A safe operating space for humanity. *Nature* 2009, 461, 472–475.)
47. Nolte, K.; Chamberlain, W.; Giger, M. „Starptautiskie zemes darījumi lauksaimniecībā – svaigi ieskatī no zemes matricas: analītiskais ziņojums II” (International Land Deals for Agriculture— Fresh Insights from the Land Matrix: Analytical Report II; Centre for Development and Environment, University of Bern: Bern, Germany; Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique Pour le Développement: Montpellier, France; German Institute of Global and Area Studies: Hamburg, Germany; University of Pretoria: Pretoria, South Africa; Bern Open Publishing: Bern, Germany, 2016.
48. Jürgensen, C.; Kollert, W.; Lebedys, A. „Rūpnieciskās apaļkoksnes ražošanas izvērtējums no stādītajiem mežiem” (Assessment of Industrial Roundwood Production from Planted Forests; FAO Planted Forests and Trees Working Paper FP/48/E; FAO: Rome, Italy, 2014.)
49. Ceballos, G.; Ehrlich, P.R.; Dirzo, R. „Bioloģiskā iznīcība caur notiekošo sesto masveida iznīcību, par ko signalizē mugurkaulnieku populācijas zaudējumi un samazināšanās” (Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2017, 114, E6089–E6096.)
50. Dornburg, V.; Faaij, A. „Biomassas kaskadēšanas izmaksas un CO2 emisiju samazināšana: metodoloģiskie aspekti un gadījumizpēte no SRF poplar” (Costs and CO2 -emission reduction of biomass cascading: Methodological aspects and case study of SRF poplar. *Clim. Chang.* 2005, 71, 373–408. [CrossRef])
51. Keegan, D.; Kretschmer, B.; Elbersen, B.; Panoutsou, C. „Kaskādes izmantošana: sistemātiska pieeja biomasai ārpus enerģijas nozares” (Cascading use: A systematic approach to biomass beyond the energy sector. *Biofuels Bioprod. Biorefin.* 2013, 7, 193–206.)
52. Essel, R.; Carus, M. „Resursu efektivitātes palielināšana ar biomasas kaskādes izmantošanu” (Increasing resource efficiency by cascading use of biomass. *RURAL21* 2014, 48, 28–29.)
53. Vis, M.; Mantau, U.; Allen, B. (Eds.) „Pētījums par optimizētu koksnes kaskādes izmantošanu” (Study on the Optimised Cascading Use of Wood; Final Report, No 394/PP/ENT/RCH/14/7689; EU: Brussels, Belgium, 2016.)
54. UN. „Jauna globāla partnerība: nabadzības izskaušana un ekonomiku transformācija, izmantojot ilgtspējīgu attīstību” (A New Global Partnership: Eradicate Poverty And Transform Economies Through Sustainable Development; The Report of the High-Level Panel of Eminent Persons on the Post-2015 Development Agenda; UN: New York, NY, USA, 2013.)
55. UNEP. „Ilgspējīgas attīstības mērķu politikas saskaņotība: dabas resursu perspektīva” (Policy Coherence of the Sustainable Development Goals: A Natural Resource Perspective; A Report of the International Resource Panel; UNEP: Nairobi, Kenya, 2015.)
56. Howlett, M.; Rayner, J. „Izstrādes principi politiku sajaukumam: kohēzija un saskaņotība „Jaunās pārvaldes vienošanās”” (Design Principles for Policy Mixes: Cohesion and Coherence in “New Governance Arrangements”. *Policy Soc.* 2007, 26, 1–18.)

© 2017 no autoriem. Licences īpašnieks MDPI, Bāzele, Šveice. Šis ir atvērtās piekļuves raksts, kas tiek izplatīts atbilstoši Creative Commons Attribution (CC BY) licences noteikumiem un nosacījumiem (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).