



ROKASGRĀMATA

**“IEVADS PAR EKOSISTĒMU
PAKALPOJUMU KONCEPTU UN TĀ
PIELIETOJUMU INTEGRĒTAJĀ
PLĀNOŠANĀ”**

Rokasgrāmata “Ievads par ekosistēmu pakalpojumu konceptu un tā pielietojumu integrētajā plānošanā”. Raimonds Kasparinskis, Anda Ruskule, Ivo Vinogradovs, Miguel Villoslada Pecina. Rīga: Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, 2018, 62 lpp.



Rokasgrāmata “Ievads par ekosistēmu pakalpojumu konceptu un tā pielietojumu integrētajā plānošanā” ir sagatavota LIFE Viva Grass projekta “Integrēta plānošanas pieeja zālāju dzīvotspējai” Nr. LIFE13 ENV/LT/000189 (A4 aktivitātes: Apmācību programmas izstrāde par integrētā plānošanas instrumenta izmantošanu) ietvaros.

Sagatavots ar ES LIFE + programmas, Lietuvas Republikas Vides ministrijas, Latvijas Vides aizsardzības fonda administrācijas un Igaunijas Vides investīciju centra finanšu atbalstu

Redaktors:

Asociētais profesors, Dr. ģeogr. Raimonds Kasparinskis, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Autori:

Dr. ģeogr. Anda Ruskule, Baltijas Vides forums

Ivo Vinogradovs, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Miguel Villoslada Pecina, Igaunijas Dzīvības zinātņu universitāte

Recenzenti:

Profesors, Dr. ģeogr. Oļģerts Nikodemus, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Profesors, Dr. fil. Kalev Sepp, Igaunijas Dzīvības zinātņu universitāte, Lauksaimniecības un vides zinātņu institūts

© Latvijas Universitāte, 2018

© Igaunijas Dzīvības zinātņu universitāte, 2018

© Baltijas Vides forums, 2018

Tiešsaistes ISBN numurs: 978-9934-556-39-5

SATURS

1.	Ekosistēmu pakalpojumu koncepcija un klasifikācijas sistēmas	6
1.1.	Ekosistēmu pakalpojumu koncepcija	6
1.2.	Koncepcijas izstrādes vēsture un tās loma politikas veidošanā	8
1.3.	Ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija	10
2.	Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla noteicošie faktori un virzītājspēki	15
2.1.	Netiešie virzītājspēki	15
2.2.	Tiešie virzītājspēki	16
2.3.	Virzītājspēku mērogs	17
3.	Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana un novērtēšana	19
3.1.	Ievads	19
3.2.	Ekosistēmu pakalpojumu modelēšanas ietvars	19
3.3.	Indikatori	20
3.4.	Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma un kartēšanas metodikas	22
3.4.1.	Biofizikālās metodes	22
3.4.1.1.	Ekosistēmu pakalpojumu tiešie mērījumi	23
3.4.1.2.	Ekosistēmu pakalpojumu netiešie mērījumi	23
3.4.1.3.	Ekosistēmu pakalpojumu modelēšana	24
3.4.2.	Sociāli kulturālās metodes	24
3.4.3.	Ekonomiskās metodes	24
3.4.4.	Ekspertu balstīta ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšana	25
3.5.	Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana	25
3.6.	Pieprasījuma novērtējums un kartēšana	29
4.	Ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbība	31
4.1.	Ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbība kompromisos un sinerģijās	31
4.2.	Mijiedarbība starp ekosistēmu pakalpojumiem kopās	33
5.	Ekosistēmu pakalpojuma koncepta pielietojums nozaru politikās un zemes pārvaldībā	35
5.1.	Ekosistēmu pakalpojumu koncepta ieguldījums dažādās nozaru politikās	35
5.1.1.	Dabas aizsardzības un bioloģiskās daudzveidības politika	36
5.1.2.	Vides politika	36
5.1.3.	Lauksaimniecība un lauku attīstības politika	37
5.1.4.	Meža politika	38

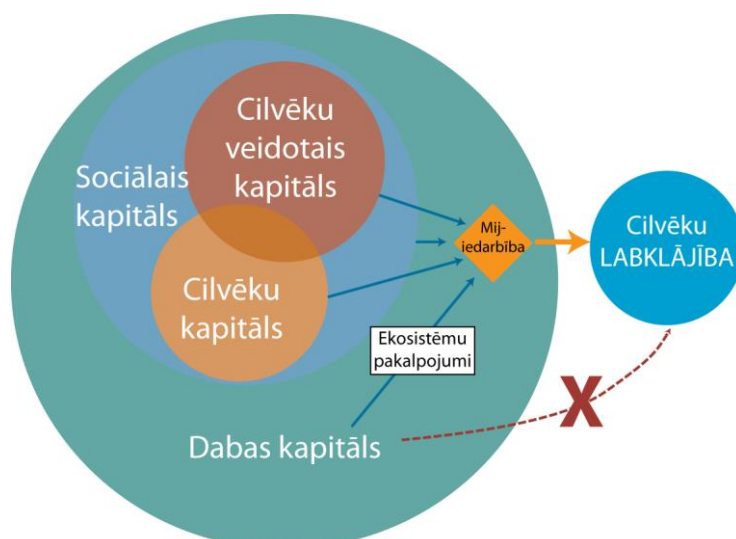
5.1.5.	Reģionālās attīstības politika un telpiskā plānošana	38
5.2.	Instrumenti un metodes ekosistēmu pakalpojumu izmantošanai lēmumu pieņemšanā	39
5.2.1.	Tendenču analīze un dabas kapitāla uzskaitē	39
5.2.2.	Scenāriju analīze	40
5.2.3.	Ietekmes novērtējums	42
5.2.4.	Integrētā pieeja ekosistēmu pakalpojumu izmantošanai lēmumu pieņemšanā	42
6.	Ekosistēmu pakalpojumu ietvara pielietojums integrētajā plānošanā: LIFE Viva Grass rīka piemērs	45
6.1.	Ievads integrētās plānošanas pieejās un rīkos	45
6.2.	LIFE Viva Grass projekts	45
6.2.1.	Viva Grass pamatkarte	47
6.2.1.1.	Pamatkartes metodoloģija	47
6.2.1.2.	Meklēšanas tabulas, kas balstītas uz ekspertu zināšanām (1. pakāpe)	49
6.2.1.3.	Kompromisi, kopas un karstie punkti (2. pakāpe)	50
6.2.2.	Viva Grass pārlūks	52
6.2.3.	Viva Grass bioenerģijai	56
6.2.4.	Viva Grass plānotājs	57

1. EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU KONCEPCIJA UN KLASIFIKĀCIJAS SISTĒMAS

1.1. Ekosistēmu pakalpojumu koncepcija

Ekosistēmām ir potenciāls sniegt virkni pakalpojumu, kas ir būtiski cilvēka labklājībai, veselībai, iztikai un izdzīvošanai (Costanza u.c., 1997; Tūkstošgades ekosistēmu novērtējums (MEA), 2005; TEEB Kopsavilkuma ziņojums, 2010). Līdz šim ir piedāvāti dažādi ekosistēmu pakalpojumu definēšanas veidi - tos var raksturot kā ieguvumus, ko cilvēki gūst no ekosistēmām (MEA, 2005) vai kā ekosistēmu tiešu un netiešu ieguldījumu cilvēku labklājībā (TEEB, 2010). Jaunākās publikācijās ekosistēmu pakalpojumi ir definēti kā ekosistēmas struktūras un funkcijas ieguldījums (kopā ar citiem ieguldījumiem) cilvēka labklājībā (Burkhard et al., 2012; Burkhard B. & Maes J. Eds., 2017).

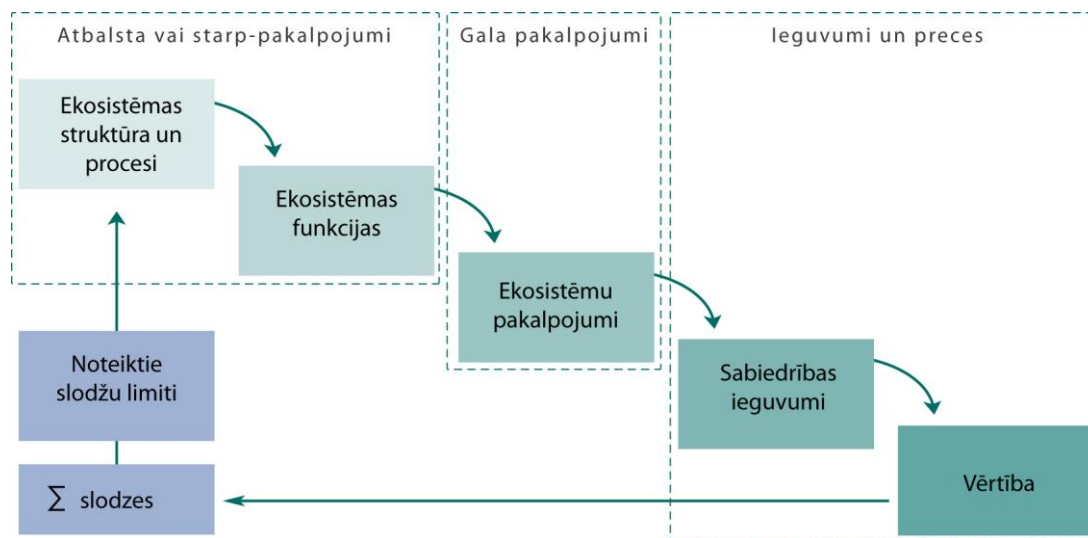
Ekosistēma nevar sniegt nekādus labumus cilvēkiem bez cilvēku klātbūtnes (cilvēkkapitāla), viņu kopienām (sociālā kapitāla) un viņu uzbūvētās vides (cilvēku veidotā kapitāla). Tādējādi ekosistēmu pakalpojumi jāuztver kā dabas kapitāla ieguldījums cilvēka labklājībā, kas veidojas, mijiedarbībā ar cilvēkkapitālu, sociālo un cilvēku veidoto/ uzkrāto kapitālu (1.1. attēls)



1.1.attēls. Mijiedarbība starp uzbūvēto, sociālo, cilvēku un dabas kapitālu, kas veido cilvēku labklājību (Avots: Costanza et al., 2014).

Ekosistēmu pakalpojumus var uztvert arī kā cēlonisko saikni starp cilvēkiem un dabu, ko ilustrē tā dēvētais "kaskādes modelis" (Haines-Young and Potschin, 2010; Potschin and Haines-Young, 2016; Burkhard and Maes (Eds.), 2017). Šis modelis apraksta cēloņsakarību virkni sākot no ekosistēmas stāvokļa līdz cilvēka labklājībai (1.2. attēls). **Ekosistēmas** šajā modelī raksturo tās veidojošās biofizikālās struktūras un procesi. **Biofizikālo struktūru** vienkāršāk var apzīmēt kā biotopa veidus (piemēram, meži, mitrāji, pļavas u.c.), bet **procesu** attiecas uz dinamiku un mijiedarbībām, kas veido ekoloģisko sistēmu (piemēram, primārā ražošana). **Ekosistēmas funkcijas** kaskādes modeļa kontekstā saprot kā ekosistēmas īpašības, kas kalpo par pamatu tās spējai nodrošināt ekosistēmu pakalpojumus (piemēram, meža zemju vai pļavu spēja radīt biomasas krājumus). Tos elementus un iezīmes, kas veido ekosistēmas spēju sniegt pakalpojumus, dažkārt mēdz saukt par "atbalsta" vai "starp-pakalpojumiem", savukārt "gala" ekosistēmu pakalpojums ir tas, ko mēs faktiski varam ievākt (piem., siens,

koksne) vai gūt no ekosistēmas (piem., aizsardzība pret plūdiem, skaista ainava u.c.). “Gala” pakalpojumi sniedz tiešu ieguldījumu cilvēku labklājībā, ko raksturo dažādi **ieguvumi** (veselība, uzturs, drošība). Cilvēki šiem ieguvumiem mēdz piešķirt vērtību, tādēļ tie tiek saukti arī par "precēm" un "produktiem". **Vērtību** var izteikt daudzos dažādos veidos - izmantojot monetāro, kā arī morālo, estētisko vai citus kvalitatīvos kritērijus.



1.2.attēls. Kaskādes modelis (Avots: Potschin and Haines-Young, 2016).

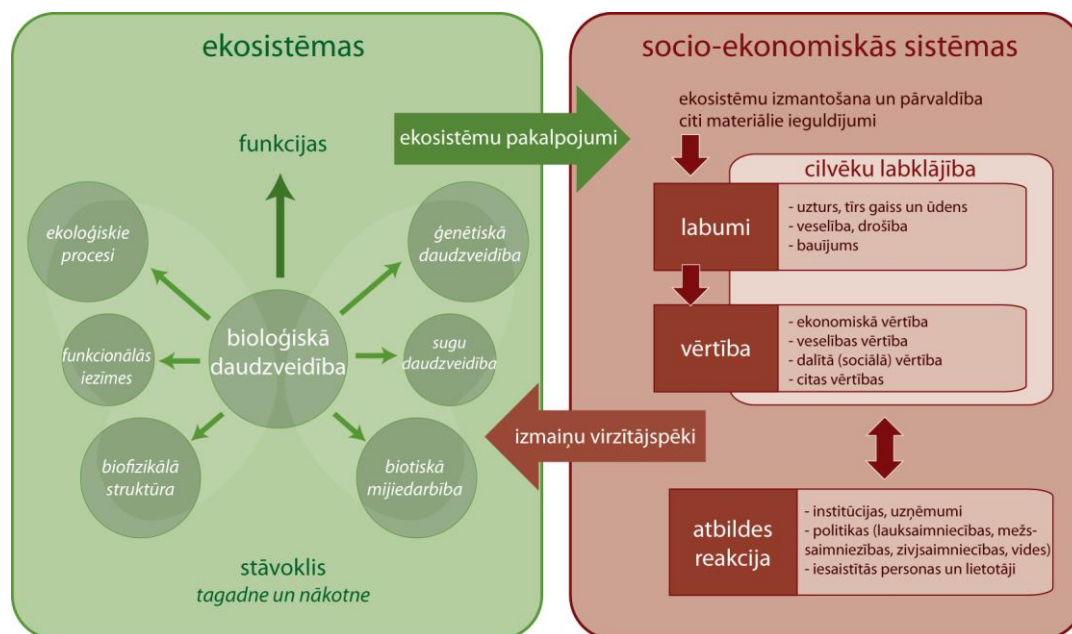
Ekosistēmas spēja sniegt pakalpojumus cilvēku labklājībai ir tieši atkarīga no **ekosistēmas stāvokļa** (tās struktūras un procesiem). Palielinot spiedienu uz ekosistēmu vai mainot zemes izmantošanas veidu (tādējādi būtiski ietekmējot vai pat iznīcinot iepriekšējo ekosistēmu), cilvēki ietekmē ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu vai sadalījumu starp dažādiem pakalpojumiem. Piemēram, nosusinot mitrzesmes var iegūt aramzemi un tādējādi vērtīgus pārtikas produktus, bet tajā pašā laikā zaudēt tādus pakalpojumus kā aizsardzību pret plūdiem, dabiskās dzīvotnes un sugu daudzveidību, kā arī dabas tūrisma iespējas.

Bioloģiskajai daudzveidībai ir būtiska loma ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanā, lai gan šī saikne ne vienmēr ir tik acīmredzama. Tā pārsvarā ir saistīta ar tā dēvētajiem "atbalsta pakalpojumiem", lai gan daži pētījumi liecina par tiešu lineāru saikni starp sugu daudzveidību un ekosistēmu produktivitāti, biomasas ražošanu, barības vielu apriti utt. (Haines-Young and Potschin, 2010). Piemēram, ir eksperimentāli pierādīts, ka augu sugu daudzveidības uzturēšana veicināt zālāju produktivitāti. (e.g. Fagan et al., 2008). Produktivitāte ir ekosistēmas funkcija, kura ir pamatā virknei ekosistēmu pakalpojumu (piemēram, biomasas ražošanai, augsnes veidošanās procesiem un erozijas kontrolei). Tomēr ne tikai sugu daudzveidība ietekmē ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Būtiska nozīme ir arī citām ekosistēmas īpašībām, piemēram, atsevišķu sugu vai sugu grupu klātbūtnei ar īpašām iezīmēm, kurām ir noteikta loma ekosistēmas funkcionēšanā. Piemēram, veģetācijas spēja piesaistīt barības vielas (kas tiek izmanto, veidojot buferjoslas gar ūdenstilpnēm) var būt atkarīga no tādu sugu klātbūtnes, kurām piemīt atbilstošās īpašības, kā arī šo sugu īpatņu daudzuma attiecībā pret barības vielu daudzuma sistēmā.

To sauc par sugu **funkcionālām iezīmēm** (*angl. functional traits*). Pētnieki ir vienprātis, ka funkcionālo iezīmju daudzveidībai augu sabiedrībās var būt būtiska ietekme uz ekosistēmas procesiem (De Bello et al., 2008). Ekosistēmas, kur **funkcionālās grupas** (t.i. sugu grupas ar līdzīgām funkcionālām iezīmēm) ir veidotas no ekoloģiski līdzīgām sugām, kurām ir dažādas

reakcijas uz vides slodzēm, ir izturīgākas pret nelabvēlīgu ietekmi, tādējādi saglabājot spēju sniegt cilvēka labklājībai būtiskus pakalpojumus.

Mijiedarbība starp bioloģisko daudzveidību, ekosistēmām un sociālekonomiskām sistēmām, ir atspoguļota arī ekosistēmu novērtējuma konceptuālajā ietvarā, kas izstrādāts, lai atbalstītu ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas uzdevumu īstenošanu (Maes et al., 2016) (1.3. attēls).



1.3. attēls. Ekosistēmu novērtējuma konceptuālais ietvars (Avots: Maes et al., 2016).

Pamatojoties uz dažādo sabiedrības ieguvumu vērtību vai pieprasījumu, cilvēki lemj par to kā labāk izmantot ekosistēmu, to aizsargāt vai arī uzlabot tās sniegto pakalpojumu nodrošinājumu. Tādēļ, pieņemot lēmumus par zemes izmantošanu vai attīstības projektiem, kas ietekmē ekosistēmu stāvokli, būtiskas ir zināšanas par ekosistēmu pakalpojumu piedāvājumu un to saistību ar bioloģisko daudzveidību, kā arī ekosistēmu funkcionēšanas robežām un to, kā ārējais spiediens var ietekmēt ekoloģiskās struktūras un procesus.

1.2. Konceptijas izstrādes vēsture un tās loma politikas veidošanā

Ekosistēmu pakalpojumu koncepcija ir salīdzinoši jauna. Zinātnieki tās izpētei ir pievērsušies kopš 20. gadsimta beigām, kad tika izdotas pirmās nopietnākās publikācija šajā jomā. Būtisks pagrieziena punkts ekosistēmu pakalpojumu koncepcijas radīšana bija R. de Grūta (*de Groot*) 1992. gadā publicētā grāmata “Dabas funkcijas” (“*Functions of Nature*”), kam sekoja R. Konstancas (Costanza et al., 1997) un G. Deilijas (Daily, 1997) publikācijas, kuri turpināja attīstīt un popularizēt šo koncepciju globālā mērogā. Taču idejas aizsākumu var meklēt jau 1970. gadā veiktajā pētījuma par kritiskajām vides problēmām (“*Study of Critical Environmental Problems*”), kurā pirmo reizi tika izmantots jēdziens “vides pakalpojumi”.

Ekosistēmu pakopojumu koncepts ieguva plašāku atpazīstamību politikas veidotāju vidū 2005. gadā, kad Apvienoto Nāciju Organizācija publicēja “**Tūkstošgades ekosistēmu novērtējumu**” (“*Millennium Ecosystem Assessment*” - MA)¹. Darbs pie šī novērtējuma sākās 2001. gadā, piedaloties vairāk nekā 1300 pasaules vadošajiem zinātniekiem. Pētījumā tika sniegts visaptverošs novērtējums par cilvēku ietekmi uz ekosistēmām un to sniegtajiem pakalpojumiem, ekosistēmu stāvokļa un tendenču analīze, kā arī iespējamie risinājumi ekosistēmu atjaunošanai, uzturēšanai un ilgtspējīgai izmantošanai. Pētījuma autori secinājuši, ka 60% no viesiem pasaules ekosistēmu pakalpojumiem ir degradēti vai tiek izmantoti neilgtspējīgi.

Nākamā nozīmīgā starptautiskā iniciatīva ekosistēmu pakalpojumu jomā ir pētījums “**Ekosistēmu un bioloģiskās daudzveidības ekonomika**” (“*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*” – TEEB)², kas tika īstenots no 2007. līdz 2010. gadam, un pievērsa politikas veidotāju uzmanību ekosistēmu pakalpojumu ekonomiskajai perspektīvai. TEEB mērķis bija izcelt bioloģiskās daudzveidības ekonomisko vērtību, kā arī izmaksas, kas saistītas ar bioloģiskās daudzveidības samazināšanos un ekosistēmu degradāciju. TEEB izstrādi iniciēja Eiropas Komisija un Vācijas Federālā vides, dabas aizsardzības un kodoldrošības ministrija, sekojot aicinājumam, ko pauda G8+5 valstu vides ministri Potsdamā 2007. gadā. Pētījumu īstenoja plašs starptautiskais sadarbības tīkls, kurā piedalījās eksperti dažādās zinātnes, ekonomikas un politikas jomās. TEEB atzinumi tika publicēti vairākos ziņojumos, tostarp: TEEB Ekoloģiskie un ekonomiskie pamati; TEEB valsts un starptautiskās politikas veidošanā; TEEB vietējā un reģionālajā politikā; TEEB uzņēmējdarbībā un uzņēmumos; kā arī TEEB kopsavilkuma ziņojums, kurā apkopoti galvenie secinājumi un ieteikumi. Starptautiskajai TEEB iniciatīvai sekoja vairāki valstu TEEB pētījumi, demonstrējot ekosistēmu vērtību valstu politikas veidotājiem.

Līdz ar ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 2020³ pieņemšanu 2011. gadā, ekosistēmu pakalpojumu kartēšana un novērtēšana ir kļuvusi par nozīmīgu uzdevumu visām ES dalībvalstīm. Stratēģijas mērķis ir apturēt bioloģiskās daudzveidības samazināšanos un ekosistēmu pakalpojumu degradāciju ES līdz 2020. gadam un pēc iespējas tās atjaunot. Saskaņā ar stratēģijas 5. rīcību - “Uzlabot zināšanas par ekosistēmām un to pakalpojumiem Eiropas Savienībā”, ekosistēmu un to pakalpojumu kartēšana un novērtēšana dalībvalstu teritorijās būtu jāveic līdz 2014. gadam, un ekosistēmas pakalpojumu ekonomiskās vērtība ir jānovērtē līdz 2020. gadam. ES bioloģiskās daudzveidības stratēģijas kontekstā ar ‘kartēšanu’ apzīmē ekosistēmu telpisku nodalīšanu, kā arī to stāvokļa un sniegto pakalpojumu kvantificēšanu, savukārt ‘novērtējums’ attiecas uz šīs zinātniskās informācijas ‘pārtulkošanu’ politikas veidotājiem un lēmuma pieņēmējiem saprotamā veidā (Maes et al., 2016).

Lai atbalstītu ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 5. rīcības īstenošanu, Eiropas Komisija ir izveidojusi darba grupu ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai un novērtēšanai (*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services – MAES*), kurā iesaistīti Eiropas Komisijas un dalībvalstu eksperti un zinātnieku pārstāvji. Tā ir izstrādājusi ekosistēmu novērtējuma analītisko ietvaru (kuru veido četri galvenie soļi: 1) ekosistēmu kartēšana; 2) ekosistēmu stāvokļa novērtējums; 3) ekosistēmu pakalpojumu novērtējums; un 4) integrētais novērtējums), kā arī sniedz vadlīnijas šo uzdevumu īstenošanai Eiropas Savienībā un

¹ <http://www.millenniumassessment.org/en/Index-2.html>

² <http://www.teebweb.org/>

³ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0244&from=EN>

dalībvalstīs. Vairākas dalībvalstis ir jau sasniegušas labus rezultātus šajā jomā un veikušas ekosistēmu pakalpojumu kartēšanu un novērtēšanu nacionālajā mērogā, kamēr citas, tostarp arī Baltijas valstis, ir vēl tikai šī procesa sākumposmā. Eiropas Bioloģiskās daudzveidības informācijas sistēmas interneta vietnē (*Biodiversity Information System for Europe – BISE*)⁴ ir apkopota informācija gan par Eiropas līmeņa, gan atsevišķu dalībvalstu iniciatīvām saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu kartēšanu un vērtēšanu.

Tajā pašā laikā tiek izveidotas vairākas starptautiskas sadarbības platformas, kas apvieno pētniekus, pētniecības organizācijas un valstu iestādes, kas iesaistītas ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanā. Piemēram, Ekosistēmu pakalpojumu partnerību (*Ecosystem Service Partnership – ESP*)⁵, kuru 2008. gadā uzsāka Vērmonas Universitātes (ASV) Gunda ekoloģiskās ekonomikas institūts, apvieno gan individuālus ekspertus, gan organizācijas no visas pasaules. Partnerības mērķis ir veicināt sadarbību ekosistēmu pakalpojumu jomā, organizējot starptautiskas konferences, apmācības, datu un pieredzes apmaiņu u.c. pasākumus.

2012. gadā tika izveidota Starpvaldību bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu zinātnes-politikas platforma (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES*), kuras mērķis ir stiprināt sadarbību starp zinātni un politikas veidotājiem bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu jomā, kā arī veicināt dabas aizsardzību un ilgtspējīgu izmantošanu, ilgtermiņa cilvēku labklājību un ilgtspējīgu attīstību. To atbalsta četras ANO struktūras: UNEP, UNESCO, FAO un UNDP. Viens no galvenajiem IPBES darba programmas virzieniem ir bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu novērtējums reģionālā un globālā līmenī.

1.3. Ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija

Ekosistēmas pakalpojumu klasificēšanā ir priekšnoteikums mēģinājumiem tos mērīt, kartēt vai novērtēt, kā arī lai runātu par iegūtajiem rezultātiem caurskatāmā veidā (Burkhard and Maes (Eds.), 2017). Pastāv vairākas atšķirīgas tipoloģijas un ekosistēmu pakalpojumu klasificēšanas pieejas, izmantojot dažādus kritērijus, piemēram, to telpisko raksturu un mērogu; vadoties pēc pakalpojumu plūsmas (skatiet iepriekš aprakstīto kaskādes modeli) vai arī pēc pakalpojuma saņēmēja (privāts vai publiski); ieguvuma veidu (ar izmantošanu saistīti vai nesaistīti ieguvumi) vai arī, vai pakalpojuma izmantošana, ko veicis viens indivīds vai grupa, ietekmē citu ("konkurējošo" vai "nekonkurējošo").

Ekosistēmu pakalpojumu klasificēšanas pieeja var būt arī mērķēta uz sabiedrības izglītošanu un apziņas celšanu par dažādiem ieguvumiem, ko cilvēki gūst no ekosistēmām. Šāda pieeja bija pamatā arī Tūkstošgades novērtējumā klasifikācijas sistēmai, kura piedāvā četras galvenās ekosistēmu pakalpojumu kategorijas:

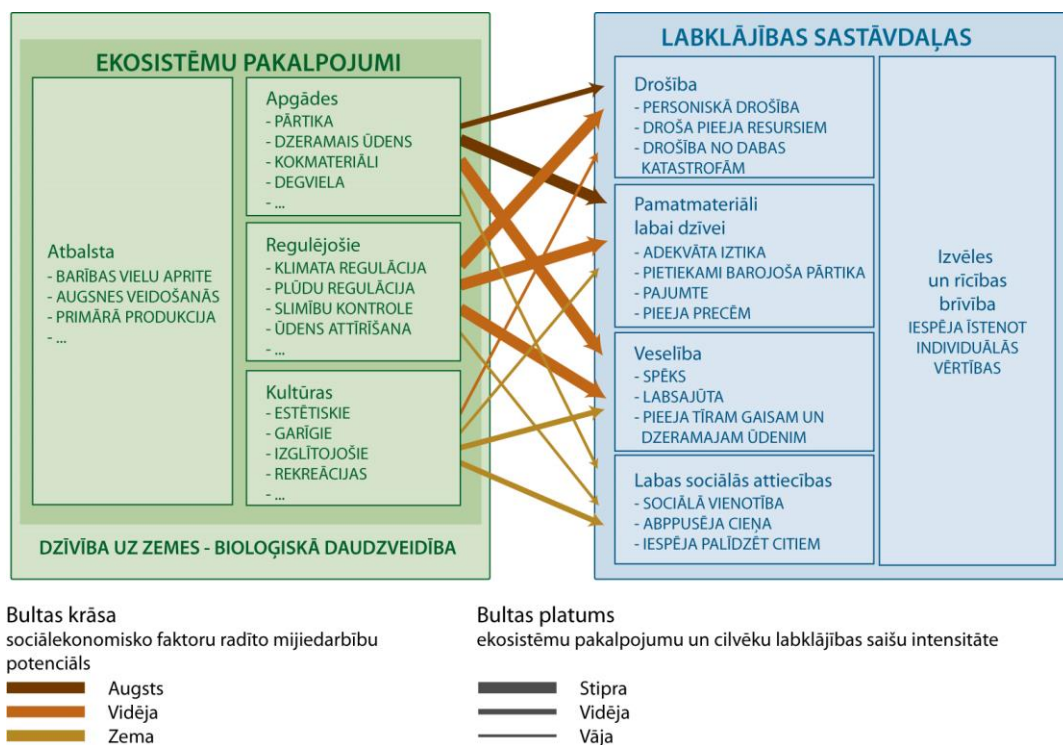
- Apgādes pakalpojumi – pārtika, materiāli un enerģija, kurus cilvēki var tiešā veidā izmantot;
- Vidi regulējošie pakalpojumi – ietver veidus kā ekosistēmas regulē procesus vidē, vienlaikus nodrošinot cilvēkiem labvēlīgākus dzīves apstākļus;
- Kultūras pakalpojumi – saistīti ar cilvēku kultūras un garīgo vajadzību nodrošināšanu.

⁴ <http://biodiversity.europa.eu/>

⁵ <https://www.es-partnership.org/>

- Atbalsta pakalpojumi – ekosistēmu procesi un funkcijas, kas ir pamatā pārējo pakalpojumu nodrošināšanai .

Pakalpojumu piemēri katrā no četrām kategorijām un ar tiem saistībās cilvēku labklājības kategorijas ir parādīti 1.4. attēlā.



1.4. attēls. Saiknes starp ekosistēmu pakalpojumiem un cilvēku labklājību, pēc MA klasifikācijas sistēmas (Avots: MA, 2005).

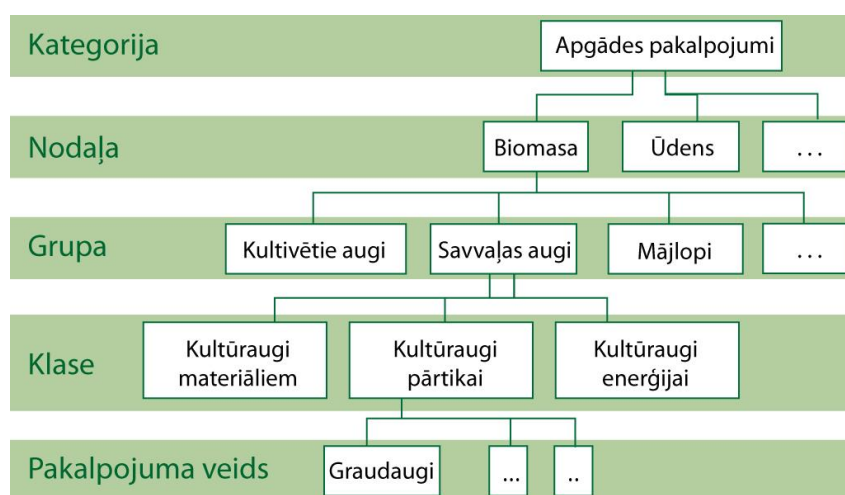
TEEB pētījumā ir pielietota līdzīga klasifikācijas metode, nošķirot "nodrošināšanas", "regulēšanas" un "kultūras" pakalpojumus, bet kā ceturto kategoriju piedāvājot "dzīvotņu vai atbalsta pakalpojumus", kas ietver sugu dzīvotnes un ģenētiskās daudzveidības saglabāšanu.

Lai pārvarētu problēmas, kas rodas dēļ dažādām klasifikācijas sistēmām un to definēto ekosistēmu pakalpojumu kategoriju neatbilstības, ir izveidota **kopējā starptautiskā ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija - CICES**⁶. Sākotnēji tā tika piedāvāta 2009. gadā, kā atbalsts ANO Statistikas nodaļas koordinētajai Vides ekonomisko aprēķinu sistēmas (*The System of Environmental-Economic Accounting – SEEA*⁷) izstrādei, kas apkopo starptautiski salīdzināmus datus par vides saistību ar ekonomiku, tādējādi veidojot pamatu ekosistēmu pakalpojumu uzskaites sistēmai. Vēlāk šī klasifikācijas sistēma tika vairākas reizes pārstrādāta. Līdzšinējos pētījumos visplašāk ir izmantota 2013. gadā izstrādātā versija CICES V.4.3, taču kopš 2018. gada ir pieejama jaunākā versija CICES V.5.1, kura ir aktualizēta atbilstoši jaunākajam atziņām, atsevišķi izceļot arī abiotiskos ekosistēmu pakalpojumus.

⁶ <https://cices.eu/>

⁷ http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf

CICES ir hierarhiski veidota klasifikācijas sistēma, kas ekosistēmas pakalpojumus iedala trīs galvenajās kategorijās – apgādes pakalpojumi, vidi regulējošie pakalpojumi un kultūras pakalpojumi, kuru definējums pamatā sakrīt ar MA un TEEB klasifikāciju. Šīs kategorijas tālāk tiek iedalītas apakškategorijās - nodaļās, grupās un klasēs (1.5. attēls). Hierarhiskā struktūra ļauj izvēlēties konkrētam pētījumam piemērotāko detalizētības līmeni, kā arī apkopot rezultātus uz augstāku līmeni, ja tas nepieciešams salīdzināšanai ar citu pētījumu rezultātiem. Atsaucoties uz iepriekš aprakstīto ‘kaskādes modeli’, CICES aptver ekosistēmas pakalpojumu nodrošinājumu (jeb gala pakalpojumus) - dabas sniegtos gala produktus, no kuriem cilvēki gūst labumu. CICES neietver ekosistēmas struktūru, procesus un funkcijas (jeb atbalsta pakalpojumus), no kuriem sabiedrība gūst labumu nevis tieši, bet caur gala pakalpojumu plūsmu. Tas gan nenozīmē, ka atbalsta pakalpojumi ir mazāk svarīgi, bet tie ir vairāk piemēroti ekosistēmas stāvokļa raksturošanai, kas nosaka ekosistēmas kapacitāti jeb spēju sniegt sabiedrībai nozīmīgus pakalpojumus. Fokusēšanās uz gala pakalpojumiem, ļauj izvairīties no dubultās uzskaites ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanā – t.i. kad vienas dabas komponentes vērtība ir vairākkārt iekļauta aprēķinos, jo tā ietver vai kalpo par pamatu vairākiem pakalpojumu veidiem (Burkhard un Maes (Eds.), 2017).



1.5. attēls. CICES V5.1. hierarhiskā uzbūve, attēlojot apgādes pakalpojumu kategorijas iedalījumu (Avots: Haines-Young, R. and M.B. Potschin (2018)).

CICES tiek piemērots dažādos starptautiskos projektos, kā arī nacionālajos ekosistēmu pakalpojumu pētījumos. Tā arī tiek izmantota MAES darba grupas piedāvātajā ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas un kartēšanas sistēmā, kas izstrādā, lai atbalstītu ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 2020. gadam īstenošanu.

Citu, sarežģītāku klasifikācijas pieeju izmanto IPBES, piedāvājot visaptverošu ar dabas un dzīves kvalitāti saistītu vērtību tipoloģiju, uz kā balstīti IPBES darbībās ietvaros īstenotie pētījumi⁸. Šī tipoloģija piedāvā vērtības, kas izriet no dažādām pasaules uztverēm, un tiek organizētas trīs galvenajās kategorijās:

- **dabas patiesā vērtībā** – atsevišķi organismi, biofizikālas kopas un procesi un bioloģiskā daudzveidība;
- **dabas sniegtie labumi cilvēkiem**, kas ietver:

⁸ http://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/IPBES-4-INF-13_EN.pdf

- biosfēras spēju atvieglot cilvēku pūles (enerģija; primāra produkcija; kopējais materiālu patēriņš; dzīves ciklu uzturēšana u.c.);
- dabas spēju sniegt labumu cilvēkiem (nārsta vietas, augsnes mikroorganismu ieguldījums ražu nodrošinājumam ilgtermiņā, bioloģiskā daudzveidība kā potenciāls resurss nākotnei u.c.);
- dabas dāvanas un pakalpojumi (t.sk. regulējošie pakalpojumi: klimata regulācija, ūdens plūsmu uzturēšana, apputeksnēšana, u.c.; apgādes pakalpojumi: pārtika, medicīna, koksne, ūdens, bioenerģija u.c.; kultūras pakalpojumi: ekotūrisms, izglītība, psiholoģiskie ieguvumi u.c.);
- **laba dzīves kvalitāte** – drošības un dzīvesvietas nodrošinājums, ilgtspējība un pielāgošanās iespējas; dzīve harmonijā ar Māti Dabu; veselība un labklājība; izglītība un zināšanas; identitāte un autonomija; labas sociālās attiecības; mākslas un kultūras mantojums; garīgums; pārvaldība un tiesiskums.

Ņemot vērā jautājuma sarežģītību, viena visaptveroša klasifikācijas sistēma, kas būtu piemērota visiem novērtēšanas mērķiem, visticamāk nav iespējama. Atbilstošas klasifikācijas pieejas izvēle ir atkarīga no pētījuma mērķa un lēmuma pieņemšanas konteksta. Tomēr joprojām kā izaicinājums jāmin dažādu pētījumu rezultātu salīdzināmība un pieejas caurspīdīgums.

Ieteicamā literatūra:

- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F., 2012a. Mapping supply, demand and budgets of ecosystem services. *Ecological Indicators* 21: 17-29.
- Burkhard, B., de Groot, R., Costanza, R., Seppelt, R., Jørgensen, S.E., Potschin, M., 2012b. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators* 21: 1–6.
- Burkhard, B., Maes, J. (Eds.) 2017. *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp. Pieejams: <http://ab.pensoft.net/articles.php?id=12837>
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26: 152–158.
- De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Bardgett, R., Berg, M., Cipriotti, P., Cornelissen, H., Feld, C., Hering, C., Martins da Silva, P., Potts, S., Sandin, L., Sousa, J. S., Storkey, J., Wardle, D., 2008. Functional traits underlie the delivery of ecosystem services across different trophic levels. Deliverable of the Rubicode Project. Pieejams: www.rubicode.net/rubicode/outputs.html
- De Groot, R.S., 1992. *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters-Noordhoff BV, Groningen.
- Daily, G.C., 1997. *Nature's Services Societal Dependence On Natural Ecosystems*. Island Press, Washington D C.
- European Union, 2014. *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. 2nd Report – Final, February 2014. pp.80*

- Fagan, K. C., Pywell, R. F., Bullock, J. M., Marrs, R. H., 2008. Do restored calcareous grasslands on former arable fields resemble ancient targets? The effect of time, methods and environment on outcomes. *Journal of Applied Ecology*, 45 (4), 1293–303.
- Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68 (3): 643–653.
- Haines-Young, R., Potschin M., 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D.G & C.L.J. Frid (eds.): *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*. Cambridge University Press, British Ecological Society, pp. 110-139.
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2013. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003. Pieejams: <http://cices.eu/>
- Haines-Young, R. and M.B. Potschin (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Pieejams: www.cices.eu
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., 2014. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg.
- Maes, J., Liqueste, C., Teller, A., Erhard, M., Paracchini, M.L., Barredo, J.I., Grizzetti, B., Cardoso, A., Somma, F., Petersen, J., 2016. An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosystem Services*, 17: 14–23.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis*. Island Press. Washington, DC, p. 137.
- Potschin, M. Haines-Young, R., 2016. Defining and measuring ecosystem services. In: Potschin, M., Haines-Young, R., Fish, R. and Turner, R.K. (eds) *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. Routledge, London and New York, pp 25-44.
- Rodríguez, J.P., Jr. Beard, T.D., Bennett, E.M., Cumming, G.S., Cork, S., Agard, J., Dobson, A. P., Peterson, G.D., 2006. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. *Ecology and Society* 11(1): 28. [online]. Pieejams: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art28/>
- TEEB, 2009. TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers - Summary: Responnding to the value of nature, p. 40.
- TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. p. 36.

2. EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU APGĀDES POTENCIĀLA NOTEICOŠIE FAKTORI UN VIRZĪTĀJSPĒKI

Ekosistēmas spēja nodrošināt EP ir atkarīga no tās struktūras stāvokļa, procesiem un funkcijām, ko nosaka mijiedarbība ar sociāli-ekonomiskajām sistēmām (Maes et al.2013). Lai saprastu EP piedāvājumu nosakošos faktoros un virzītājspēkus ir nepieciešams pētīt un saprast ekosistēmas pamatā esošos procesus, jo izmaiņas EP apgādes potenciālā ir tieši saistītas ar izmaiņām ekosistēmās. Virzītājspēks ir jebkurš dabīgs vai cilvēku izraisīts faktors, kurš tieši vai netieši ekosistēmā izraisa izmaiņas. Tiešais virzītājspēks skaidri ietekmē ekosistēmas procesus, savukārt netiešais dzinulis ekosistēmas procesus ietekmē izmainot vienu vai vairāku tiešos dzinulus. MA kategorijas, kas apraksta izmaiņu netiešo virzītājspēkus, ir demogrāfiskas, ekonomiskas, sociāli-politiskas, zinātniskas un tehnoloģiskas, kulturālas un reliģiskas. Starp nozīmīgiem tiešajiem virzītājspēkiem ir minamas klimata izmaiņas, zemes lietojuma veida izmaiņas, invazīvo sugu izplatība un agro-ekoloģiskās izmaiņas. Kopumā šie faktori ietekmē ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma un izmantošanas līmeni un nodrošinājuma ilgtspējību. Gan ekonomiskā izaugsme, gan populācijas pieaugums noved pie ekosistēmu pakalpojumu patērēšanas pieauguma, lai gan jebkura atsevišķā patērēšanas līmeņa ietekme uz vidi ir atkarīga no pakalpojuma ražošanas izmantoto tehnoloģiju efektivitātes. Lai izmainītu spiedienu uz ekosistēmām un ekosistēmu pakalpojumu lietošanu, šie faktori dažādās vietās mijiedarbojas kompleksi. Virzītājspēki gandrīz vienmēr ir daudzskaitlīgi un savstarpēji mijiedarbojas tā, ka reti kad pastāv tikai viena saikne starp konkrētu virzītājspēku un konkrētām ekosistēmas izmaiņām. Tomēr izmaiņas jebkurā vienā no šiem netiešajiem virzītājspēkiem parasti rezultējas izmaiņās ekosistēmā. Cēloņsakarību saikne gandrīz vienmēr ir citu faktoru izteikti pastarpināta, kas tādējādi sarežģī cēloņsakarību formulējumus vai centienus iedibināt izmaiņu dažādo veicinātāju proporcionalitāti.

2.1. Netiešie virzītājspēki

Demogrāfiskas izmaiņas ir nozīmīgs virzītājspēks, kurš ietekmē gan ekosistēmu pakalpojumu pieprasījumu, gan piedāvājumu. Liels iedzīvotāju blīvums ekosistēmām uzliek lielu slodzi un rada milzīgu pieprasījumu, kamēr zems blīvums, kā lauku depopulācijas gadījumā, pieprasījumu samazina un palielina lauksaimniecības zemju pamešanu. Vērtīgs avots demogrāfisko pārmaiņu dzinulu apzināšanai ir demogrāfiskā statistika, kurā galvenie mainīgie ir populācijas blīvums, vecuma struktūra, migrācijas tempi un to prognozes.

Galvenie ekonomiskie virzītājspēki ir patērēriņš, ražošana un globalizācija. Patērēriņš ir izsakāms kā tirgus svārstības, kur noteiktu produktu (piemēram, enerģijas kultūras) pieprasījuma/cenas izmaiņas vai noteiktu tirgu slēgšana (piena industrijas samazinājums) tiešā veidā raisa zemes lietojuma izmaiņas (piem., ganības tiek transformētas aramzemē). Nozīmīgi netiešie ekosistēmu izmaiņu virzītājspēki ir nodokļi un subsīdijas. Piemēram, mēslojuma nodokļi vai pārmērīgas lietošanas nodokļi nodrošina pamudinājumu palielināt mēslojuma lietojuma efektivitāti un tādējādi samazina negatīvus ārējos faktorus. Pašlaik, daudzas subsīdijas būtiski paaugstina resursu patēriņa līmeni un palielina negatīvo ārējo faktoru ietekmi

Sociāli-politiskie virzītājspēki ietver faktoros, kuri ietekmē lēmumu pieņemšanu, un iekļauj sabiedriskās līdzdalības intensitāti lēmumu pieņemšanā, interešu grupas, kuras piedalās sabiedriskajā lēmumu pieņemšanā, strīdu risināšanas mehānismus, valsts lomu attiecībās ar privāto sektoru, un izglītības un zināšanu līmeņus. Politiskie virzītājspēki, kas tiek piemēroti, lai veicinātu vai mazinātu noteiktas zemes lietošanas darbības, izpaužas arī nodokļos un subsīdijās. Pētījumi, piemēram, ir parādījuši, ka jaunu ES dalībvalstu pievienošanās kopējai

lauksaimniecības politikai ir intensificējusi lauksaimniecības zemes lietošanu (Nikodemus et al. 2010). Citas sociāli-politisko virzītājspēku izpausmes ir teritoriju administratīvais dalījums un pārvaldība, politiskais “klimats”, likumi un ierobežojumi, kā arī īpašumtiesību struktūra. Zinātniskie pārmaiņu virzītājspēki ir saistīti ar tehnoloģisko attīstību un bieži parādās kā ražošanas un zemes pārvaldīšanas intensifikācija. Zinātnisko zināšanu un tehnoloģiju attīstībai ir nopietnas sekas uz ekoloģiskajām sistēmām un cilvēku labklājību. Zinātnes un tehnoloģiju iespaids uz ekosistēmu pakalpojumiem ir visskaidrāk izpaužas pārtikas ražošanas gadījumā. Vairums pēdējo 40 gadu lauksaimniecības produkcijas pieauguma ir drīzāk saistīts ar ražas apjoma no hektāra pieaugumu nekā kultivējamo platību palielinājuma (MA). Vienlaikus, tehnoloģiskā attīstība var novest arī pie ekosistēmu pakalpojumu degradācijas, piemēram, infrastruktūras attīstīšana tiek uzskatīta kā nozīmīgs to ekosistēmu degradācijas virzītājspēks, kurās šī infrastruktūra tiek radīta.

Lai saprastu kultūru kā ekosistēmu pārmaiņu virzītājspēku, visnoderīgāk to ir skatīt kā vērtības, uzskatus, un normas, kuras kopīgas noteiktai cilvēku grupai. Šajā ziņā, kultūra nosaka indivīdu pasaules uztveri, ietekmē viņu uzskatus par to, kas ir svarīgi, un nosaka kādi rīcības veidi ir atbilstoši un neatbilstoši (MA). Kulturālie virzītājspēki ir tradīcijas, sabiedriskais viedoklis, mentalitāte, izglītības līmenis, iesaiste kopienā. Lauku dzīvesveids, naturālās saimniecība ir piemērs novecojušu zemes pārvaldīšanas prakšu uzturēšanā. “Sabiedriskais viedoklis” par noteiktām zemes pārvaldīšanas praksēm (piemēram, kontrolēta dedzināšana) varētu ierobežot ekosistēmu, kas atkarīgas periodiskas degšanas, pārvaldīšanu.

2.2. Tiešie virzītājspēki

Zemes seguma/zemes lietojuma veida maiņa ir viens no visnozīmīgākajiem ekosistēmas un ekosistēmas pakalpojumu nodrošinājuma maiņas virzītājspēkiem. Sauszemes ekosistēmām, ekosistēmu pakalpojumu izmaiņas visnozīmīgākie tiešie virzītājspēki pēdējos 50 gados, kopsummā, ir bijuši zemes seguma maiņa (sevišķi pāreja uz aramzemi) un jaunu tehnoloģiju pielietojums (kuras devušas būtisku pienesumu tādu pakalpojumu pieaugumā kā pārtika, koksne, un šķiedra). Pus-dabīgās pļavas ir viena no visapdraudētākajām ekosistēmām, kura ir ļoti atkarīga no noteiktām apsaimniekošanas praksēm – ekstensīvām ganībām vai vēlas pļaušanas. Ņemot vērā, ka daudzas pus-dabīgās pļavas ir saistītas ar zemu augsnes auglību, kur jebkāds cits lauksaimniecības zemes lietojums ir ekonomiski neizdevīgs, šīs pļavas ir pakļautas pamešanai.

Klimata pārmaiņas ir tiešs ekosistēmu izmaiņu virzītājspēks, kuram pelnīti ir tikusi pievērsta liela uzmanība. Klimata pārmaiņām pagājušajā gadsimtā ir bijis mērāms iespaids uz ekosistēmām. Zemes klimata sistēma ir mainījusies kopš pirms-industriālā laikmeta, daļēji pateicoties cilvēka darbībām, un tiek paredzēts, ka tā turpinās mainīties arī viscaur divdesmit pirmajam gadsimtam. Pēdējo 100 gadu laikā, vidējā globālā virsmas temperatūra ir pieaugusi par aptuveni 0.6 C grādiem, nokrišņu sadalījums ir izmainījušies gan telpiski, gan temporāli, un globālais vidējais jūras līmenis ir pieaudzis par 0.1-0.2 metriem. Klimatā novērotās pārmaiņas, īpaši siltākas reģionālās temperatūras, jau ir ietekmējušas ekosistēmas daudzviet pasaulē. Ir notikušas izmaiņas sugu izplatībā, populāciju izmēros, un vairošanās un migrācijas laikos, kā arī ir pieaudzis kaitēkļu un slimību uzplaisnījumu biežums, īpaši mežu sistēmās. Pēdējo 30. gadu laikā Eiropā ir paildzinājusies veģetatīvā sezona.

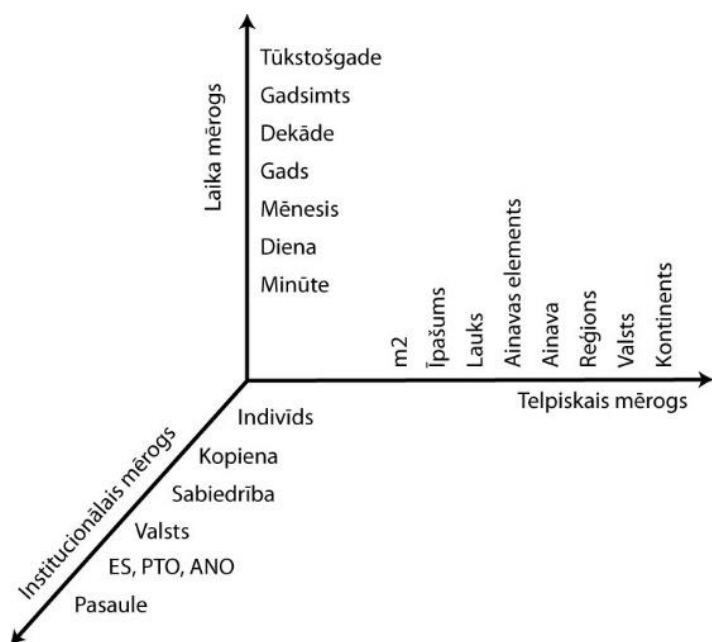
Izmaiņas agro-ekoloģiskajos apstākļos tiešā veidā ietekmē EP piedāvājumu un var būt gan cilvēka izraisītas, gan dabīgas. Agro-ekoloģiskajie apstākļi tiek ņemti vērā apsaimniekotās agro/mežu ekosistēmās un raksturoti kā augsnes (mitrums, skābums, akmeņainība), reljefa (slīpums, novietojums) un klimatisko (mikroklimats) raksturlielumu kombinācija. Daži no

šiem raksturlielumiem ir relatīvi statistiski, citi ir mainīgāki. Šīs izmaiņas var būt gan pēkšņas – kā kailcirtē vai meža ugunsgrēkā vai arī izpausties pakāpeniski – piemēram, augsnes oglekļa zudums aršanas rezultātā vai oglekļa uzkrāšanās lauksaimniecības zemju aizaugšanas dēļ. Zemes meliorēšana (nosusināšana, irigācija, kalķošana, mikro-reljefa izlīdzināšana, mēslošana utt.) tās drastiskajā veidolā – kā zemes atgūšana - 20 gadsimta otrajā pusē ne vien izmainīja apstākļus, bet bieži vien pilnībā iznīcināja veselas ekosistēmas (mitrājus, platlapju mežus). Pēdējo četru desmitgažu laikā, pārmērīga barības vielu iestrāde ir viens no nozīmīgākajiem ekosistēmu pārmaiņu tiešajiem virzītājspēkiem sauszemes, saldūdens un jūras ekosistēmās. Lai gan barības vielu pievadei ekosistēmās var būt gan labvēlīgi efekti (tādi kā kultūraugu produktivitātes pieaugums), gan negatīvi (tādi kā iekšzemes un krasta ūdeņu eutrofikācija), labvēlīgie efekti pievienojot aizvien vairāk barības vielu eventuāli sasniegs maksimālo efektivitāti (citiem vārdiem, papildus mēslošana nenovedīs pie tālāka ražīguma pieauguma), kamēr kaitīgie efekti turpinās pieaugt. Lauka (agro-ekosistēmas telpiskā pamatvienība) izmēra palielinājums ir vēl viena plaši izplatīta agro-ekoloģisko apstākļu izmaiņa, kura ietekmē EP piedāvājuma potenciālu.

Svešu sugu ieviešana ārpus to dabiskās izplatības areāla ir bijusi gan apzināta, gan netīša. Invazīvās svešzemju sugas izplatās un izmaina ekosistēmas un dzīvotnes, tādējādi ietekmējot plašu virkni EP, piemēram, Sasnovska Latvāņa, kas reiz ieviests kā lopbarība, izplatīšanās pārņemot lauksaimniecības zemes, upju krastus un pat mežus, degradējot bioloģisko un estētisko vērtību.

2.3. Virzītājspēku mērogs

Virzītājspēku mērogs ir vēl viena dimensija, kura jāapsver, lai varētu saprast ekosistēmu pakalpojumus piedāvājumu noteicošos pamatprocesus. Mēroga jautājums var tikt skatīts kā trīsdaļīga telpisko, laika un institucionālo komponentu kompozīcija (2.1. attēls). Telpiskais mērogs variē no m² līdz kontinentālam/planetāram izmēram. Laika mērogs variē starp mirkli un tūkstošgadēm. Savukārt institucionālais mērogs variē starp indivīdu un pārnacionāliem veidojumiem (ES, ANO).



2.1. attēls. Pārmaiņu virzītājspēku skala (Bürgi et al. 2004, 860).

Katram pētījumam ir nepieciešams atbilstošs izpētes mērogs, bet tas nenozīmē to, ka var tik ignorēti citi mēroga līmeņi (Bürgi et al., 2004). Klimata pārmaiņas, piemēram, darbojas globālā vai kontinentālā mērogā, politiskās pārmaiņas darbojas politiskā ķermeņa – no pašvaldības līdz valstij - telpiskajā mērogā. Sociāli-kulturālās pārmaiņas ierasti notiek lēni, vairāku desmitgažu mērogā (lai gan pēkšņas pārmaiņas dažkārt arī var notikt, kā piemēram karu vai politisko režīmu maiņas gadījumā), kamēr ekonomiskajām pārmaiņām ir tendence notikt daudz straujāk. Šo virzītājspēku telpiskās un laika mijiedarbības rezultātā, spēki, kuri noteiktā vietā un laikā var šķīst visnozīmīgākie, var tādi nebūt lielākos (vai mazākos) reģionos vai laika mērogos. (MA)

Ieteicamā literatūra:

- Assessment, M. E., 2005. Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment Washington, DC: Island Press.
- Briner, S., Elkin, C., Huber, R., & Grêt-Regamey, A., 2012. Assessing the impacts of economic and climate changes on land-use in mountain regions: a spatial dynamic modeling approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 149, 50-63.
- Bürgi, M., Hersperger, A. M., & Schneeberger, N., 2005. Driving forces of landscape change-current and new directions. *Landscape ecology*, 19(8), 857-868.
- Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R. S., Díaz, S., ... & Perrings, C., 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1305-1312.
- Crawl, T. A., Crist, T. O., Parmenter, R. R., Belovsky, G., & Lugo, A. E., 2008. The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(5), 238-246.
- Maes J, Teller A, Erhard M, Liqueste C, Braat L, Berry P, Egoh B, Puydarrieux P, Fiorina C, Santos F, 2013. Mapping and assessment of ecosystems and their services. An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Luxembourg: Publications office of the European Union.
- Metzger, M. J., Rounsevell, M. D. A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R., & Schröter, D., 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114(1), 69-85.
- Nelson, G. C., Dobermann, A., Nakićenovic, N., & O'Neill, B. C., 2006. Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview. *Ecology and Society*, 11(2).
- Schröter, D., Cramer, W., Leemans, R., Prentice, I. C., Araújo, M. B., Arnell, N. W., ... & Anne, C., 2005. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *science*, 310(5752), 1333-1337.

3. EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU KARTĒŠANA UN NOVĒRTĒŠANA

3.1. Ievads

Kopš brīža, kad Eiropas Komisija bioloģiskās daudzveidības stratēģijā laikposmam līdz 2020. gadam 5. darbības punktā tika paziņots, ka dalībvalstis "...kartēs un novērtēs ekosistēmu un to pakalpojumu stāvokli attiecīgajā valsts teritorijā ..." ir pieaugusi nepieciešamība novērtēt ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu, kā arī telpiski noteiktā veidā kartēt ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu un pieprasījumu dažādos mērogos, no starptautiskā līdz lokālam mērogam.

Līdz ar to var uzdot jautājumu: **"Kāpēc ir nepieciešams kartēt ekosistēmu pakalpojumus?"**. Pirmkārt, procesiem, kuri noved pie ekosistēmas pakalpojumu ražošanas, ir telpisks raksturs (1.3. attēls).

Ekosistēmu funkcijas un procesi, kas ir atbildīgi par ekosistēmu pakalpojumu veidošanu, laikā un telpā ir ļoti mainīgi, un ir atkarīgi no mēroga. Turklāt pārmaiņu virzītāji, kas ietekmē un pārveido ekosistēmu funkcijas un procesus, piemēram, zemes lietojuma veids, teritorijas fragmentācija vai lauksaimniecības intensitātes pieaugums, uzrāda plašu telpisko mainību.

Tādēļ, lai raksturotu un novērtētu ekosistēmu pakalpojumu veidošanu kā ekosistēmas procesu, zemes lietojuma veida, klimata un vides mainības funkciju, būtiski nepieciešamas ir ekosistēmu pakalpojumu kartes (Maes et al., 2013).

Ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšana ir sarežģīts process, vairumā gadījumu dažādi ekosistēmu pakalpojumi savstarpēji ir saistīti. Dažādiem ekosistēmu pakalpojumiem ir kopīgas sinerģijas un kompromisi, un starp ekosistēmu pakalpojumiem un bioloģisko daudzveidību. Dažos gadījumos noteikta ekosistēmu pakalpojuma veidošana tiek palielināta uz citu pakalpojumu rēķina, vai arī viena pakalpojuma ražošanas pieaugums sekmē pieaugumu citā ekosistēmu pakalpojumā (kopas un sinerģijas). Izprast šo sarežģīto sistēmu būs iespējams tikai tad, kad ekosistēmu pakalpojumi būs nokartēti un būs zināma to telpiskā izplatība.

Kā skaidrots 1. un 2. nodaļā, ekosistēmu pakalpojumu ietvaram ir divas savstarpēji saistītas dimensijas: nodrošinājums un pieprasījums. Pieprasījums (nepieciešamība) pēc ekosistēmu pakalpojumiem tiek definēts kā "pašlaik patērētās ekosistēmas produkti un pakalpojumi" (Burkhard et al., 2014). Šis pieprasījums laikā un telpā var mainīties, kā arī tas var nebūt atkarīgs no faktiskā nodrošinājuma. Atkārtoti jāuzsver, ka ekosistēmu pakalpojumu pieprasījuma un piedāvājuma kartes ir nepieciešamas, lai novērtētu un saskaitītu ieguvumu plūsmas no ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma teritorijām līdz tuvākajam un attālākajam cilvēku apdzīvojumam.

Visbeidzot, ekosistēmu pakalpojumu vizualizācija pieprasījuma un piedāvājuma karšu veidā var tikt izmantota dažādos procesos, ko veic lēmumu pieņēmēji, piemēram, teritorijas plānošanā, ietekmes uz vidi novērtējumā vai ainavu pārvaldībā.

3.2. Ekosistēmu pakalpojumu modelēšanas ietvars

Modelēšanas ietvara definēšana ir būtisks pirmais solis pirms ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšanas un kartēšanas. Šie lēmuma ietvari atšķiras atkarībā no nepieciešamajiem datiem, mēroga un zināšanām, tādēļ modeļa izvēle tiek virzīta saistībā ar mūsu projekta raksturojumu.

Kienast un Helfenstein (2016) izveidoja šādu ekosistēmu pakalpojumu modeļu klasifikāciju:

- procesu balstītie modeļi;
- empīriskie modeļi;
- daudzpakāpju pieejas modeļi;
- indikatoru balstītie modeļi;
- ainavu modeļi.

Kienast un Helfenstein (2016) arī piedāvā 6 punktu ietvaru lai aprakstītu ekosistēmu pakalpojumu modeļus. Šis 6 punktu ietvars arī tiek izmantots kā rīks lai izvēlētos pareizo modeli projekta prasībām:

Zināšanas par mainīgajiem (pielietojamajiem): Attiecas uz pieejamo zināšanu līmeni par pētītajiem ekosistēmu pakalpojumiem, sākot no ļoti ļoti vienkāršiem pamatiem, attēlojuma vai pieredzes balstītiem līdz procesu orientētiem un analītiskām zināšanām.

Telpiskais mērogs: Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma mērogs var mainīties no vietējā vai pašvaldības līmeņa līdz globālajam līmenim, un tas būs galvenais nepieciešamo datu tipa virzītājs ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai.

Laika (temporālais) mērogs: Līdzīgi, laika mērogā ekosistēmu pakalpojumu novērtējums var tieši ietekmēt rezultātus un datu nepieciešamību. Laika mērogs var mainīties no mēnešiem līdz dekādēm vai gadsimtiem.

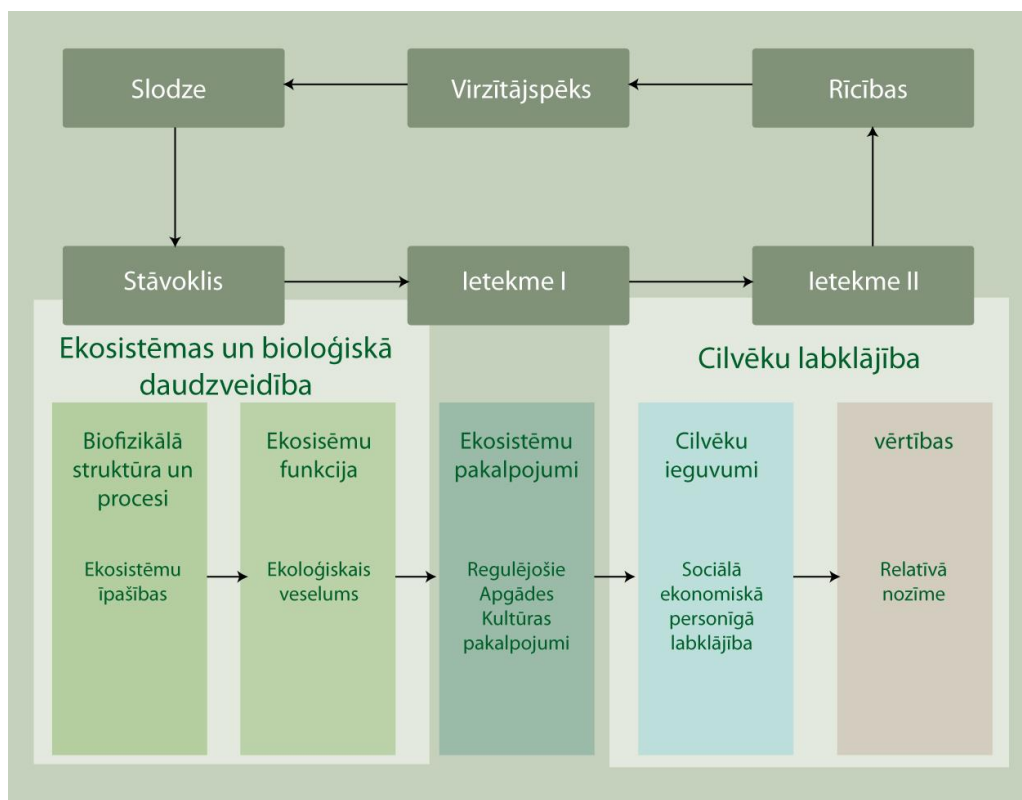
Pieejamie (pielietojamie) dati: Datu pieejamība un datu raksturojums (telpiskā un tematiskā mērogā) virza modeļu izvēli ekosistēmu pakalpojumu novērtējumā. Piemēram, ja augsta telpiskā un tematiskā izšķirtspēja ir pieejama, tad bieži var tikt izmantoti kompleksi procesu balstīti modeļi.

Ieinteresēto pušu iekļaušana: Attiecas uz pakāpi, kādā mēs vēlamies atklāt ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu plašākai sabiedrībai. Piemēram, ja ieinteresēto pušu iekļaušana ir atslēgas prasība projektā, tad ir nepieciešams pielietot apakšas-augšas un līdzdalības novērtējuma rīkus.

Rezultāts: Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma rezultāts var būt kvalitatīvs vai kvantitatīvs un ir tieši saistīts ar datu nepieciešamību un modeļa izvēli. Kvantitatīvajiem rezultātiem bieži ir nepieciešami detalizēti dati un matemātiskie modeļi, savukārt kvalitatīvajiem rezultātiem nepieciešams ekspertu viedokļa novērtējums un kvalitatīvie mērogi.

3.3. Indikatori

Nozīmīgs solis ekosistēmu pakalpojumu ietvara ieviešanā ir ekosistēmu pakalpojumu biofizikāla kvantificēšana. Daudzi no ekosistēmu pakalpojumiem atbalsta kategorijā var tikt tieši kvantificēti. Savukārt regulējošo, atbalsta un kultūras pakalpojumu mērīšana ir daudz sarežģītāka un tādēļ indikatori vai citi starpniekdati ir nepieciešami (Egoh et al., 2012). Kā definējuši Wiggering un Müller (2004) "indikatori galvenokārt ir mainīgie, kas nodrošina apkopoto informāciju par noteiktām parādībām". Stabili biofizikālie indikatori ir nepieciešami ne tikai lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumus, bet arī lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu laikā. Mēģinājumos strukturizēt ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšanu un indikatoru izvēli, DPSIR ietvars (angliski - Drivers, Pressures, State, Impact, Response) (Virzošie spēki, spiediens, stāvoklis, ietekme, atbilde) (3.1. attēls) ir plaši pielietots (Müller & Buckhard, 2012).



3.1. attēls. DPSIR ietvars, pielāgots no ekosistēmu pakalpojumu koncepta (Müller un Burkhard, 2012).

Atbilstoši DPSIR ietvaram, politiskie lēmumi, produkcijas sistēmas un sabiedrības attīstība (**virzošie spēki**) veido **spiedienu** vides sistēmās. Šie spiedienu noved pie vides sistēmu **stāvokļa** izmaiņām. Līdz ar to **ietekmes** uz cilvēku un dabas sistēmām var novest pie izmaiņām ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumā. Tādēļ sabiedrība mēģina minimizēt šīs ietekmes un pielāgoties tām caur **atbildes** stratēģijām.

DPSIR ietvars ir arī saistīts ar sakarībām starp vides stāvokli (ekosistēmas un bioloģiskā daudzveidība) un cilvēku sistēmām. Sekojot šim ietvaram, **ekosistēmu pakalpojumu indikatoriem ir jābūt saistītiem ar cēloņu-ietekmju sakarībām starp spiedieniem, stāvokļiem un ietekmēm.**

Mēroga nozīme arī ir jāņem vērā pie ekosistēmu pakalpojumu indikatoru izvēles. Mērogs (laika un telpiskā dimensija) ekoloģiskajiem paraugiem un procesiem, kas noved pie ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma ir jānovērtē pirms atbilstošais indikators tiek izvēlēts (Postchin un Haines-Young, 2016). Daudzi nodrošinājuma pakalpojumi var tikt novērtēti dažādos mērogos, kur noteikti regulēšanas pakalpojumi (piemēram, lokālā klimata regulācija vai aizsardzība no plūdiem) ir ļoti atkarīga no lokāla vai reģionāla konteksta.

Atkarībā no projekta, indikatoru izvēlei ir jānotiek pēc:

- pētījuma mērķa un novērtējamo ekosistēmu pakalpojumu izvēles;
- pētījuma mēroga;
- datu pieejamības.

Vairākas vadlīnijas un virkne indikatoru ir piedāvātas dažādos mērogos. Šajā nodaļā ir aprakstīti tikai daži piemēri:

- Ekosistēmu un to pakalpojumu kartēšana un novērtējums (Ekosistēmu novērtējuma indikatori, 5. rīcība ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijā līdz 2020. gadam) (Maes

et al., 2013): MAES otrā atskaite atspoguļo plašu ekosistēmu pakalpojumu indikatoru izvēli sasniedzot Eiropas un dalībvalstu līmeni, balstoties uz CICES klasifikāciju.

- Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas indikatori: Pārskats (JRC zinātniskās un politikas atskaites) (Egoh et al., 2012): Pārskats par telpisko informāciju un ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un modelēšanas indikatoriem globālā, kontinentālā un nacionālā līmenī.
- Eiropas novērtējums par ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu (JRC zinātniskās un politikas atskaites) (Maes et al., 2011): Virkne ar indikatoriem tiek piedāvāta, balstoties uz telpisko datu pieejamību Eiropas mērogā.

3.4. Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma un kartēšanas metodikas

Lai grupētu un klasificētu visas pieejamās metodikas saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu un kartēšanu, tiek izdalītas 4 galvenās pieejas:

1. Biofizikālās metodes
2. Sociālās-kultūras metodes
3. Ekonomiskās metodes
4. Ekspertu balstīta kvantificēšana.

3.4.1. Biofizikālās metodes

Biofizikālās metodes ir visplašāk izmantotā pieeja lai kartētu un novērtētu gan ekosistēmu pakalpojumu apgādi un faktisko izmantošanu, kā arī pieprasījumu. Biofizikālā kvantificēšana ir ekosistēmu pakalpojumu mērīšana biofizikālajās vienībās (piemēram, ūdens apjoms, kas iefiltrējas ūdens nesējslānī, koksnes apjoms, kas tiek producēts mežā vai oglekļa apjoms, kas tiek uzkrāts augsnē). Tādēļ biofizikālās metodes ir ļoti atkarīgas no indikatoriem un biofizikālajiem modeļiem. Indikatori un biofizikālie modeļi ļauj ne tikai kvantificēt ekosistēmu pakalpojumus, bet arī novērtēt ekosistēmu struktūras un funkciju apstākļus.

Ekosistēmu pakalpojumu biofizikālajam novērtējumam ir nepieciešams atbildēt uz 2 jautājumiem:

- Kas tiek mērīts?
- Kā tiek mērīts?

Kas tiek mērīts?

Kad tiek izvēlēti ekosistēmu pakalpojumi saistībā ar projektu, ekosistēmu pakalpojumu indikatori ir jāizvēlas, lai novērtētu un veiktu ekosistēmu pakalpojumu stāvokļa un nodrošinājuma monitoringu (3.3. apakšnodaļa). Indikatoru izvēle ir atkarīga no vairākiem faktoriem, kā piemēram, analīzes mērķis, auditorija, telpiskais un laika mērogs, kā arī datu pieejamība. Nozīmīgs aspekts indikatoru izvēlē ir vai tie tiks izmantoti lai mērītu krājumus (ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāls), vai plūsmas (ekosistēmu pakalpojumu faktiskā izmantošana vai realizācija). Plūsmu indikatori bieži tiek attēloti laika vienībās. Piemēram, zāle, kas tiek producēta pļavās var tikt mērīta kā novāktais siens (ekosistēmu pakalpojumu plūsma) in t/ha/gadā. Tomēr, kopējais pastāvīgās biomasas apjoms var netikt novākts un var tikt attēlots kā t/ha. Ja krājumi tiek novākti, tad krājumi kļūst par plūsmu (Burkhard un Maes, 2017).

Kā tiek mērīts?

Kad ekosistēmu pakalpojumi un attiecīgie indikatori ir izvēlēti, lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu krājumus un nodrošinājumu, nākamais solis ir ekosistēmu pakalpojumu biofizikālo krājumu un plūsmu kvantificēšana.

Burkhard un Maes (2017) izdala 3 galvenās pieejas:

- tiešie mērījumi;
- netiešie mērījumi;
- ekosistēmu pakalpojumu modelēšana.

3.4.1.1. Ekosistēmu pakalpojumu tiešie mērījumi

Ekosistēmu pakalpojumu indikatora tiešie mērījumi izriet no novērojumiem, monitoringa vai aptaujām. Tiešo mērījumu piemēri ir šādi: kopējās zāles apjoma mērīšana zālājā (biomasas producēšana) vai kopējais skaits vai apputeksnētāju sugu skaits transektā zālāju parauglaukumos (apputeksnēšana).

Tiešie mērījumi ir precīzākais veids kvantificēšanai, bet tam nepieciešams liels laika periods un resursi. Tādēļ šāda tipa ekosistēmu pakalpojumu mērījumu ir atbilstoši vietas vai lokālā līmenī. Tomēr, dažos gadījumos šie indikatori var tikt mērīti citiem mērķiem (piemēram, ražas un koksnes produkcijas statistika) un var tikt pielietoti lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu krājumus un plūsmas.

3.4.1.2. Ekosistēmu pakalpojumu netiešie mērījumi

Netiešie mērījumi arī nodrošina biofizikālās vērtības, bet turpmākās interpretācijas, pieņēmumi vai datu apstrāde ir nepieciešama lai izmērītu ekosistēmu pakalpojumus.

Dati, kas tiek apkopoti, izmantojot tālzipētes metodes ir labs piemērs netiešajiem mērījumiem (piemēram, veģētācijas indeksi vai virsmas temperatūra). Daudzi no šiem produktiem ir oriģināli un nav paredzēti lai mērītu ekosistēmu pakalpojumu krājumus vai plūsmas. Tomēr, ja sakarība starp mērītajiem mainīgajiem un ekosistēmu funkcijām un procesiem ir zināma, tad ekosistēmu pakalpojumu vērtības var tikt iegūtas (atvasinātas). Piemēram, aizsardzība pret eroziju ir cieši saistīta ar veģētācijas esamību, tās apjomu un veģētācijas tipu, kas var tikt iegūts no veģētācijas indeksa, kā piemēram, NDVI (angliski - Normalized Difference Vegetation Index) (normalizēts atšķirīgās veģētācijas indekss).

Zemes seguma vai dzīvotņu karšu izmantošana ekosistēmu pakalpojumu krājumu un plūsmu novērtējumam var tikt uzskatīta arī kā netiešie mērījumi. Plaši izplatīta pieeja ir rēķināt vidējās vērtības katram ekosistēmu pakalpojumam uz zemes seguma tipu (piemēram, vidējā biomasas produkcijas vērtība Igaunijas piekrastes pļavās ir 3050 kg/ha sausas biomasas). Ekosistēmu pakalpojumu krājuma vai plūsmas vērtības tiek vidējotas gan no zinātniskās literatūras avotiem vai arī lauka darbiem. Šīs vērtības var turpmāk tikt savietotas ar zemes seguma vienībām kartē lai veiktu precīzu telpisko analīzi.

Netieši mērījumi bieži ir vairāk kā resursu efektīva stratēģija lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Turklāt zemes novērojumu dati tiek regulāri atjaunoti, kas ļauj novērtēt ekosistēmu pakalpojumu krājumu un plūsmu izmaiņas.

3.4.1.3. Ekosistēmu pakalpojumu modelēšana

Modeļi ir ekoloģisko sistēmu simulācijas vai reprezentācija. Kad tiešie vai netieši dati nav pieejami, citi ekoloģiskie vai sociāli ekonomiskie dati un zināšanas var tikt izmantoti kā surogātdati lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu un pieprasījumu.

Ekosistēmu pakalpojumu modeļu priekšrocības ir, ka ievaddati var tikt modificēti lai simulētu zemes apsaimniekošanas, zemes seguma izmaiņu, klimata izmaiņu u.c. hipotētiskos scenārijus lai prognozētu iespējamās ietekmes uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.

3.4.2. Sociāli kulturālās metodes

Sociāli kulturālās metodes galvenokārt ir mērķētas novērtēt cilvēku priekšrocības ekosistēmu pakalpojumiem, atstājot malā monetāros novērtējumus. Vērtības un uztvere ekosistēmu pakalpojumu pieprasījumam un nodrošinājumam bieži tiek novērtētas un kartētas caur dažādām metodēm, kas ir balstītas uz sociālajām vajadzībām un vēlmēm. Ir nozīmīgi veikt skaidru nodalīšanu starp sociāli kulturālajām metodēm un sociāli kulturālajiem ekosistēmu pakalpojumiem. Sociāli kulturālās metodes tiek izmantotas lai kvantificētu un kartētu ekosistēmu pakalpojumu 3 kategorijas: nodrošinājuma, regulēšanas un kultūras. Ir daudz dažādas metodikas, bet mēs varam atzīmēt 3: priekšrocību novērtējums, PPGIS (angliski - Participatory Mapping and Assessment) (līdzdalības kartēšana un novērtējums) un laikietilpīgais novērtējums.

Priekšrocību novērtējums: priekšrocību novērtējuma mērķis ir novērtēt vērtības, uztveri, zināšanas, apgādi, pielietojumu un ekosistēmu pakalpojumu pieprasījumu caur “tradicionālajām” sociāli kulturālajām datu apkopošanas tehnikām: (ekosistēmu pakalpojumu) klasifikācijas, aptaujas, priekšrocību un kategoriju novērtējums vai brīvie sarakstu (ranžēšanas) uzdevumi.

Līdzdalības kartēšana un novērtējums (PPGIS): PPGIS metodoloģijas ļauj gala lietotājiem izmantot galvenās GIS (ģeogrāfisko informācijas sistēmu) pamatiespējas, parasti caur tiešsaistes platform. Ekosistēmu pakalpojumu kontekstā, PPGIS ļauj novērtēt ekosistēmu pakalpojumu telpisko izplatību balstoties uz vietējām zināšanām, priekšrocībām un uztveri. PPGIS pieejas ir integrējošas un telpiski skaidras, tādēļ pieļauj apgādes un pieprasījuma telpisko salīdzināšanu. Caur PPGIS rīkiem, lietotājiem ir iespēja iezīmēt punktu vai teritoriju katē un atbildēt aptaujā par uztverto apgādi vai pieprasījumu vienam vai vairākiem ekosistēmu pakalpojumiem.

Laikietilpīgais novērtējums: Laika izmantošanas novērtējumā izmanto laiku kā starpnieku lai novērtētu noteikta ekosistēmas pakalpojuma vērtību tieši noskaidrojot cilvēku viedokli – cik ilgi vēlas investēt lai izmainītu noteikta ekosistēmu pakalpojuma kvantitāti vai kvalitāti? Līdzīgi kā maksātvēlmes pieejas, laikietilpīgie novērtējumi ir balstīti uz hipotētiskajiem scenārijiem vēlmē investēt laiku.

3.4.3. Ekonomiskās metodes

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un novērtēšanas ekonomisko metožu mērķis ir kvantificēt labklājību (monetārā ziņā) kuru iegūst sabiedrība no ekosistēmu pakalpojumu izmantošanas.

Ekonomisko vērtību telpiskā variācija var tikt novērtēta izmantojot kartēšanas pieejas. Ekosistēmu pakalpojumu ekonomiskā vērtēšana ir ļoti sarežģīts lauks un ir pieejamas publikācijas saistībā ar šo specifiku. Padziļinātai izpratnei par ekonomisko vērtēšanu tiek

rekomendēta Brander un Crossman (2017) publikācija. Ekonomiskās metodes ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanā atbalsta lēmumu pieņemšanas procesus, kuros daudzas pārvaldības, projektu vai politikas opcijas tiek apsvērtas. Trīs ekonomiskās metodes ir piedāvātas, lai ilustrētu pieejamo metožu plašo apjomu: izmaksu efektivitātes analīze, izmaksu-ieguvumu analīzi un multikritēriju analīze.

Izmaksu efektivitātes analīze salīdzina alternatīvās iespējas savstarpējo izmaksu ziņā. Dažādas iespējas tiek apsvērtas ar mērķi sasniegt vienu noteiktu rezultātu un visas izmaksas tiek attēlotas monetāri. Izmaksu efektivitātes analīzē tiek noskaidrota labākā iespēja ar zemākajām izmaksām. Ekosistēmu pakalpojumu kontekstā šai analīzei ir relatīvi ierobežota pieeja, jo ne vienmēr ir noteikts viens mērķis ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumā.

Izmaksu-ieguvumu analīze: tiek bieži pielietota lai novērtētu vairākas plānošanas un politikas iespējas, kurās visas ietekmes var tikt kvantificētas monetārā ziņā. Šajā analīzē tiek salīdzinātas dažādu iespēju visas izmaksas un ieguvumi. Šī pieeja tiek pielietota ekosistēmām, novērtējot izmaksas un ieguvumus dažādām plānošanas un politikas iespējām ekosistēmu pakalpojumu apgādei, bet pieprasa padziļinātas zināšanas par ekosistēmu procesiem.

Multikritēriju analīze: ir bieži pielietota, kad ne visas izmaksas un ieguvumi saistībā ar noteiktu iespēju var tikt vērtēti monetāri. Pamatideja šai analīzei ir ļaut integrēt dažādus mērķus (vai kritērijus) bez to monetāro vērtību apzināšanas. Šī analīze tiek lietota, lai noskaidrotu priekšrocības starp dažādām iespējām saistībā ar noteiktiem kritērijiem, ko nosaka lēmumpieņēmēji.

3.4.4. Ekspertu balstīta ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšana

Kad citi avoti nav pieejami, tad ekspertu zināšanas var tikt izmantotas informācijas nodrošināšanai par ekosistēmu pakalpojumu krājumu, plūsmu un pieprasījuma novērtēšanu. Turklāt, kad eksperti no dažādām nozarēm tiek iesaistīti novērtējumā, padziļināta izpratne tiek iegūta par kompleksu mijiedarbību starp virzošajiem spēkiem, spiedienu, stāvokli, ietekmēm un atbildes reakcijām ekosistēmu pakalpojumu krājumu, plūsmu un pieprasījuma sistēmā.

Ekspertu balstītā novērtējumā apspriedes procesā starp ekspertiem tiek panākta vienošanās par ekosistēmu pakalpojumu apgādes un pieprasījuma novērtējumu. Kad biofizikālie vai citu formu dati nav pieejami, ekspertu novērtējums ir efektīvs ceļš lai iegūtu un tuvotos pie ekosistēmu pakalpojumu vērtībām.

Ekspertu balstīta kvantificēšana bieži tiek pielietota kopā ar meklēšanas tabulu pieeju ekosistēmu pakalpojumu kartēšanā (3.5. nodaļa). Šo divu pieeju kombinācija ir izmaksu efektīvs ceļš lai iegūtu ticamas kartes.

Plaši pielietojama pieeja lai kvantificētu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu ekspertu balstītu novērtējumu kontekstā ir **relatīvie punkti**: ekspertiem tiek jautāts novērtēt noteiktu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu relatīvā punktu skalā no 1 līdz 5.

3.5. Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana

Kā ir skaidrots 3.3. nodaļā, tad indikatori, kas tiek lietoti ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšanā atšķiras mērogā. Tādēļ kartēšanas izšķirtspēja, kurā ekosistēmu pakalpojumi tiks kartēti, ir atkarīgi no aprēķināmo indikatoru biofizikālo modeļu telpiskā mēroga, kā arī laika mēroga, kurā dati ir pieejami (Maes et al., 2011).

Līdzīgi, dažādiem ekosistēmu pakalpojumiem, kas saistīti ar dažādiem biofizikālajiem procesiem, ir nepieciešamas specifiskas tematiskās kartes lai precīzi iezīmētu ekosistēmu funkciju telpisko kategoriju raksturu. Piemēram, ar augsni saistītajiem ekosistēmu

pakalpojumiem, piemēram, oglekļa krājumiem augsnē vai barības elementu aizturei ir nepieciešamas augsnes kartes. No otras puses, ar ražošanu saistītie pakalpojumi, kā piemēram, lopbarība vai koksnes produkcija var tikt iezīmēta caur zemes seguma kartēm, dzīvotņu kartēm vai meža tipu kartēm. Šajā sakarā, būtiski ir noteikt kas ir pakalpojuma nodrošinājuma vienība (SPU, angļiski – Service providing unit) ekosistēmu pakalpojumu kartē.

Burkhard et al. (2014) definē pakalpojumu nodrošinājuma vienību kā: “*telpiskas vienības, kas ir ekosistēmu pakalpojumu avots (Syrbe un Walz, 2012). Iekļauj kopēju organismu apjomu un to raksturīgās īpašības, kas nepieciešamas noteikta ekosistēmu pakalpojuma apgādei (Vandewalle et al., 2009) kā arī abiotisko ekosistēmu komponenti (Syrbe un Walz, 2012). Atbilstoši ekosistēmu pakalpojumu apgādei (Crossman et al., 2013)*”. Pakalpojumu nodrošinājuma vienības var tikt uzmanīgi izvēlētas un var atbilst to ģeobiofizikālās apgādes mērogam (Burkhard et al., 2014), lai izvairītos no telpiskajām neatbilstībām, kas var novest pie nepareizas interpretācijas un pārpratumiem saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšanas iegūtajiem rezultātiem.

Kopumā, ekosistēmu pakalpojumu pieejas var tikt iedalītas 5 kategorijās (Burkhard un Maes, 2017):

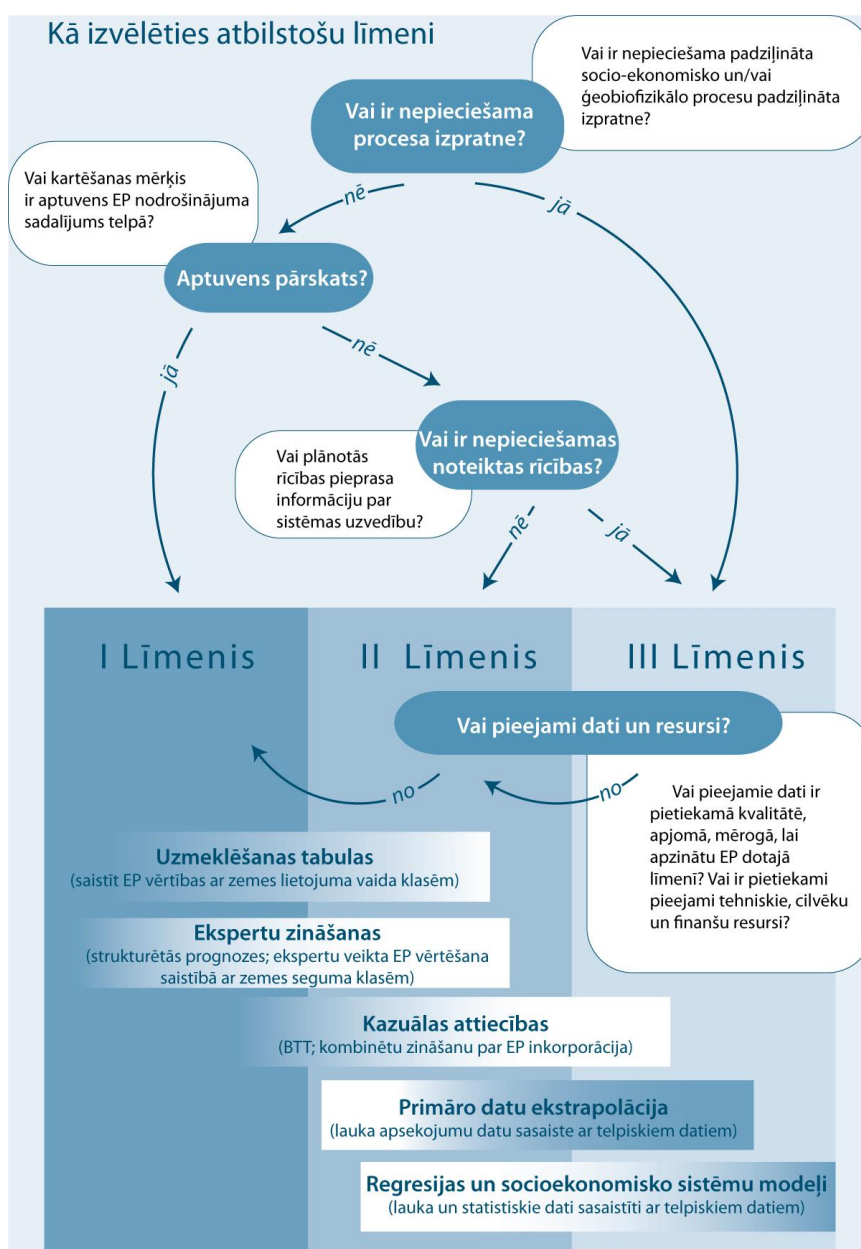
1. **Meklēšanas tabulas:** arī zināmas kā matricas. Zemes seguma klases tiek pielietotas kā pamats ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanai. Katra zemes seguma klase tiek saistīta ar ekosistēmu pakalpojumu vidējo vērtību (šie dati bieži tiek iegūti no statistiskajām datubāzēm vai zinātniskās literatūras).
2. **Meklēšanas tabulas ar ekspertu balstītu novērtējumu:** līdzīgi kā meklēšanas tabulām, zemes seguma klases tiek saistītas ar ekosistēmu pakalpojumu vērtībām, kas ir iepriekš saskaņotas ar ekspertu grupu (3.4.4. apakšnodaļa).
3. **Likumsakarības:** ekosistēmu pakalpojumi tiek novērtēti balstoties uz zināmām likumsakarībām starp ekosistēmu pakalpojumiem un telpisko informāciju. Piemēram, izaugušās zāles apjoms zālājā var tikt novērtēts, izmantojot ražas statistiku dažādos reģionos, augsnes auglību un informāciju par nogāzēm.
4. **Ekstrapolācija no primārajiem datiem:** tieši mērījumi vai primārie dati tiek apkopoti lauka pētījumos un tiek saistīti ar telpiski definētām vienībām. Ekosistēmu pakalpojumi tiek ekstrapolēti no tiem.
5. **Ekosistēmu pakalpojumu modeļi:** ekosistēmu pakalpojumu lauka datu kombinācija, sociāli ekonomiskie dati, kā arī informācija no literatūras un statistikas var tikt strukturēta kompleksu modeļu formā, kas prognozē ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu dažādos scenārijos. Šie modeļi var tikt saistīti ar telpiskām vienībām lai telpiski izteiktu prognozes vai arī noskaidrotu pieprasījumu pēc noteiktiem ekosistēmu pakalpojumiem.

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana ir komplekss process, kurā nepieciešami dati dažādos mērogos. Tādēļ elastīga metodika ir nepieciešama, lai apkopotu visus nepieciešamos datus kartēšanas mērogiem biofizikālajos modeļos. **Pakāpeniskajā kartēšanas pieejā** (3.2. attēls), katrā līmeņa pakāpē tiek pievienota kartēšanas kompleksitāte, tiek izmantoti vairāk detalizēti dati un ir nepieciešama lielāka ekspertīze (pieredze):

Pirmās pakāpes kartes: ir vienkāršākās no trīs pakāpēm. Pirmajā pakāpē tiek izmantoti zemes seguma un zemes lietojuma (LULC) dati, lai kartētu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu un pieprasījumu. LULC kartes bieži tiek kombinētas ar veģetācijas un dzīvotņu kartēm. No šīm kartēm tiek izdarīti secinājumi par ekosistēmu pakalpojumu relatīvo kvantitatīvo novērtējumu.

Otrās pakāpes kartes: šajā pakāpē iepriekšējās LULC un/vai veģetācijas un dzīvotņu kartes tiek sasaistītas ar datiem, kas atspoguļo ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Šie dati var būt balstīti uz lokālo informāciju, zinātnisko literatūru vai statistiskajiem datiem. Saikne starp kartēm un datiem ļauj nodrošināt ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšanu dažādos novietojumos un dažādos mērogos. Otrās pakāpes kvantificēšanā ir nepieciešama ĢIS apstrāde.

Trešās pakāpes kartes: šī pakāpe ir visdetalizētākais līmenis kartēšanā un tiek pielietota biofizikālo procesu modelēšana saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Vides biotiskie un abiotiskie mainīgie lielumi tiek kombinēti modeļos lai prognozētu ekosistēmu pakalpojumu telpisko izplatību un kvantitāti. Šajā pieejā ir nepieciešamas kompleksa ĢIS apstrāde un padziļināta izpratne par procesiem, kuri tiek modelēti.



3.2. attēls. Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas pieeju izvēles lēmuma atvieglošanas koks (Avots: Burkhard un Maes, 2017).

3.6. Pieprasījuma novērtējums un kartēšana

Pieprasījums bieži ir visaptverošs komponents ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un novērtējumu procesos. Tomēr, ekosistēmu pakalpojumu pieprasījuma kartēšana ir atslēgas aspekts ekosistēmu pakalpojumu ietvaā un ir jāņem vērā daudzi nozīmīgi punkti:

- Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums un pieprasījums bieži var atšķirties dažādos novietojumos. Nav nekas neparasts, ja ekosistēmu pakalpojumu saņēmēji atrodas tālu no faktiskajiem ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma punktiem. Līdz ar to pieprasījums pēc ekosistēmu pakalpojumiem ir specifiski jākvantificē un jākrē, un plūsmas no nodrošinājuma līdz pieprasījumam ir jānovērtē. Telpiskās likumsakarības starp nodrošinājumu un pieprasījumu atbilstoši Burkhard et al. (2014) definējumam ir:
 - In situ: nodrošinājums un pieprasījums atrodas vienā novietojumā.
 - Novirzīts: noteikts ekosistēmu pakalpojums tiek nodrošināts vienā novietojumā, bet ieguvumi no apkārtējās ainavas ir bez tiešas tā ietekmes. Šajā gadījumā tie ir daudzi regulējošie ekosistēmu pakalpojumi.
 - Noteikta virziena: šajā gadījumā ir skaidra virziena plūsma no producētajiem ekosistēmu pakalpojumiem noteiktā vietā uz apkārtni, kur atrodas pakalpojumu saņēmēji.
 - Nesaistīti/atsaistīti: ekosistēmu pakalpojumu plūsmas lielos attālumos.
- Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums un pieprasījums var norisināties dažādos telpiskos mērogos un telpiskās vienībās, kas noteiktā laikā var nebūt atbildīgi par nodrošinājumu un pieprasījumu. Teritorijas, kur ekosistēmu pakalpojumi tiek izmantoti, bieži nav saistīti ar ekosistēmām vai ģeobiofizikālajām vienībām. Daudz biežāk, ekosistēmu pakalpojumi tiek izmantoti, ir urbānās teritorijās un lauku apdzīvojumā.
- Noteiktu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma kvantificēšanas indikatori un/vai metodes reti ir tās pašas metodes, kas tiek izmantotas to pašu ekosistēmu pakalpojumu pieprasījuma kvantificēšanā. Daudzos gadījumos, pieprasījums var netikt tieši izmērīts, tādēļ pieņēmumi tiek izmantoti, kā piemēram, iedzīvotāju vai mājsaimniecību blīvums. Daudzos gadījumos, sociālās metodes (3.4.2. apakšnodaļa) tiek pielietotas, lai izmērītu ekosistēmu pakalpojumu pieprasījumu ar tiešu ekosistēmu pakalpojumu saņēmēju aptaujām.

Ieteicamā literatūra:

- Brander, L.M., Crossman, N.D., 2017. Economic quantification. In Burkhard, B. and J. Maes (eds). Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers Ltd, Sofia.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F., 2014. Ecosystem service potentials, flows and demand—concepts for spatial localisation, indication and quantification. Landsc. Online 34, 1–32.
- Burkhard, B. and J. Maes (eds), 2017. Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers Ltd, Sofia
- Crossman, N.D.; Burkhard, B.; Nedkov, S.; Willemen, L.; Petz, K.; Palomo, I.; Drakou, E.G.; Martín-Lopez, B.; McPhearson, T.; Boyanova, K.; Alkemade, R.; Egoh, B.; Dunbar, M. Maes, J., 2013. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. Ecosystem Services 4: 4-14.

- Egoh, B., Drakou, E.G., Dunbar, M.B., Maes, J., Willemsen, L., 2012. Indicators for mapping ecosystem services: a review. Report EUR 25456 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg
- Kienast, F., Helfenstein, J., 2016. Modelling ecosystem services. In M. Potschin, R. Haines-Young, R. Fish, & R. K. Turner (Eds.), *Routledge handbook of ecosystem services* (pp. 144-156). Abingdon: Routledge.
- Maes, J., Paracchini, M.L., Zulian, G., 2011. A European Assessment of the Provision of Ecosystem Services: Towards an Atlas of Ecosystem Services. Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2788/63557, p. 81.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., Berry, P., Egoh, B., Puydarrieux, P., Fiorina, C., Santos, F., Paracchini, M.L., Keune, H., Wittmer, H., Hauck, J., Fiala, I., Verburg, P.H., Condé, S., Schägner, J.P., San Miguel, J., Estreguil, C., Ostermann, O., Barredo, J.I., Pereira, H.M., Stott, A., Laporte, V., Meiner, A., Olah, B., Royo Gelabert, E., Spyropoulou, R., Petersen, J.E., Maguire, C., Zal, N., Achilleos, E., Rubin, A., Ledoux, L., Brown, C., Raes, C., Jacobs, S., Vandewalle, M., Connor, D., Bidoglio, G., 2013. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An Analytical Framework for Ecosystem Assessments Under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 57 p
- Müller, F., Burkhard B., 2012. The indicator side of ecosystem services. *Ecosystem Services* 1, 26-30.
- Potschin, M., Haines-Young, R., 2016. Defining and measuring ecosystem services. In: Potschin, M., Haines-Young, R., Fish, R., Turner, R.K. (Eds.), *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. Routledge, Taylor & Francis Group, London; New York, p. 2016.
- Syrbe, R.-U., Walz U., 2012. Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological Indicators* 21, 80–88.
- Vandewalle, M., Sykes, M.T., Harrison, P.A., Luck, G.W., Berry, P., Bugter, R., Dawson, T.P., Feld, C.K., Harrington, R., Haslett, J.R., Hering, D., Jones, K.B., Jongamn, R., Lavorel. S., 2009. Review paper on concepts of dynamic ecosystems and their services. The Rubicode Project Rationalising Biodiversity Conservation in Dynamic Ecosystems. http://www.rubicode.net/rubicode/RUBICODE_Review_on_Ecosystem_Services.pdf (Date: 17.10.2013).
- Wiggering, H., Müller, F. (Eds.), 2004. *Umweltziele und Indikatoren*. Springer, Berlin/Heidelberg/New York, p. 670.

4. EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU MIJIEDARBĪBA

Šajā nodaļā tiks apskatītas trīs, ar lēmu pieņemšanu saistītas mijiedarbības ekosistēmu pakalpojumu starpā: sinerģijas, kompromisi [tread-offs] un saišķi [bundles]. Izceļot šos trīs mijiedarbības veidus, mēs apzināties to, ka ne visas ekosistēmu īpašības nosaka cilvēka ieviešanās un kontrole. Lai pārvaldīt ekosistēmu pakalpojumus un uzlabotu cilvēku labklājību, ir būtiski saprast šo mijiedarbību (MA, 2005). Mijiedarbība starp ekosistēmu pakalpojumiem notiek tad, kad vairākus pakalpojumus nosaka viens virzītājspēks (2.nodaļa) vai kad mijiedarbība pakalpojumu starpā pati izraisa izmaiņas vienā pakalpojumā, kas, savukārt, izmaina citu pakalpojumu (Raudsepp-Hearne et al., 2010).

4.1. Ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbība kompromisos un sinerģijās

Ekosistēmas nodrošina vairākus ekosistēmu pakalpojumus, kuri viens otru ietekmē. Lēmumu pieņemšanas kontekstā ir jāpievērš uzmanība visiem saistītajiem pakalpojumiem un to mijiedarbībai, jo vienlaicīga vairāku EP piegāde var nebūt iespējama, tie var ierobežot viens otru vai radīt konfliktu. Dabas resursu pārvaldīšanas lēmumi bieži vien ir saistīti ar ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbības kompromisiem un sinerģijām (MA, 2005).

Termins “kompromiss” ir aizgūts no ekonomiskas, kur tas apraksta vienas īpašības zaudēšanu apmaiņā pret citas iegūšanu. Tagad tas daudz ierastāk tiek lietots, lai apzīmētu situācijas, kurās jāizvēlas starp divām vai vairāk lietām, kuras vienlaicīgi nevar iegūt (Martin-Lopez et al., 2014) (4.1. attēls).

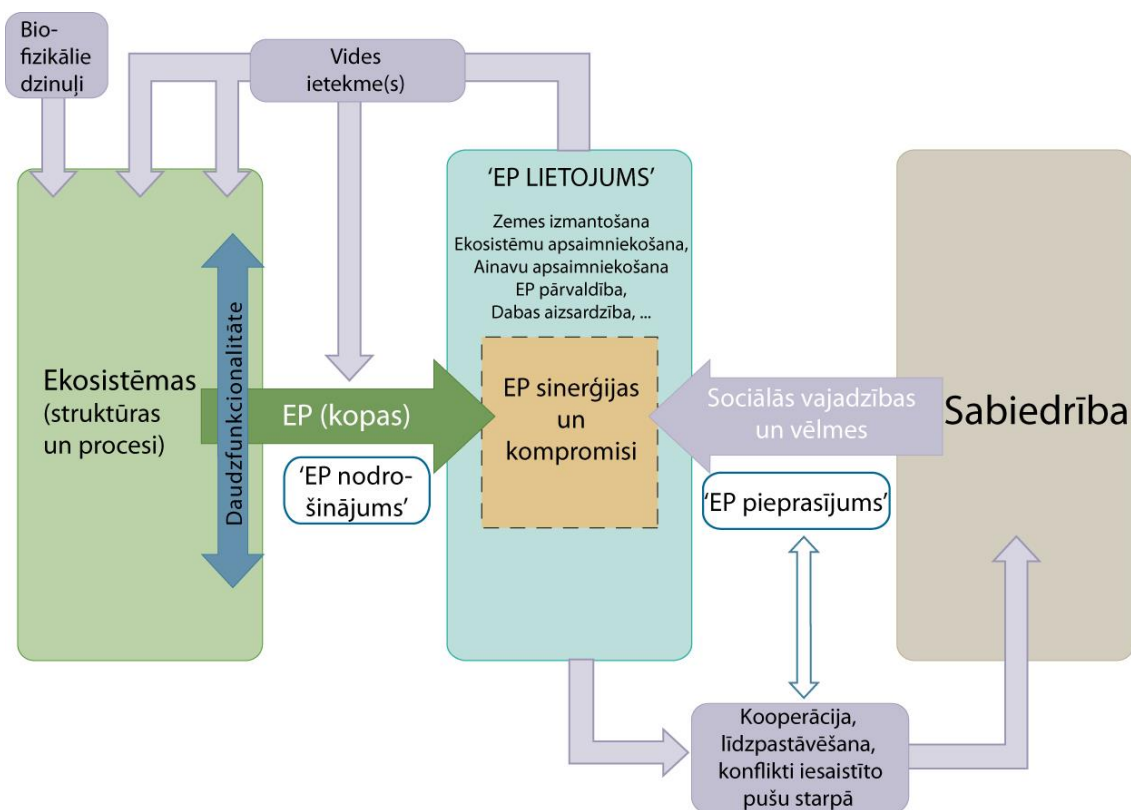
Sinerģija (ieguvums-ieguvums) var tikt skatīta kā situācija, kur, tagad vai nākotnē, viena pakalpojuma lietojums palielina cita sniegtos labumus, un kompromiss var tikt skatīts kā situācija, kurā, tagad vai nākotnē, viena pakalpojuma lietojums samazina ieguvumus no cita pakalpojuma, (pēc Bennett et al., 2009; Lavorel et al., 2011). Ekosistēmu pakalpojumu sinerģijas un kompromisi ir cēloņsakarīgi saistīti (t.i. atbilst tam pašam virzītājspēkam vai funkcionāli mijiedarbojas), bet ne vienmēr tie norisinās nienā un tajā pašā vietā (piemēram, zemes lietojuma veida maiņa upes augštecē un plūdu riska palielināšanās upes lejtecē). EP kompromisi vai sinerģijas var īstenoties tikai tad, ja apskatītie EP savstarpēji mijiedarbojas vienlaicīgas reakcijām uz to pašu virzītājspēku vai arī fiziskas mijiedarbības starp EP dēļ (piemēram, lopbarība/biomasa) (Bennett et al., 2009).

Daudzus kompromisus var mainīt tehnoloģijas vai cilvēku vai institucionālie pakalpojumi, kuri regulē pieeju ekosistēmu pakalpojumiem un to izplatību. Piemēram, var pastāvēt kompromiss starp lauksaimniecisko ražošanu un sugu bagātību, tomēr mēs varam pielietot tehnoloģiskos rīkus, lai palielinātu lauksaimniecisko ražošanu un tanī pat laikā padarītu mūsu saimniecības daudzveidīgākas.

EP kontekstā, termins “kompromiss” tiek lietots, lai aprakstītu tādus gadījumus kā izslēdzošus zemes lietojumus, negatīvu korelāciju starp EP telpisko sastopamību, EP nesavietojamību, EP sāncensību un izkļaujāmību. Pretējais termins “sinerģija” tiek lietots, lai aprakstītu situāciju, kurā viena EP lietojums tiešā veidā palielina labumu pieaugumu, kurus nodrošina cits pakalpojums. Citiem vārdiem, sinerģija notiek tad, kad ekosistēmas pakalpojumi savstarpēji mijiedarbojas multiplikatīvā vai eksponenciālā veidā. Sinerģismiem var būt pozitīvi un negatīvi efekti. Sinerģiskas mijiedarbības ir viens no galvenajiem ekosistēmu pakalpojumu pārvaldīšanas izaicinājumiem, jo šādu mijiedarbību spēks un virziens saglabājas praktiski nezināms (Sala et al. 2000). Bet sinerģismi tāpat arī sniedz iespējas šādu pakalpojumu uzlabotai pārvaldībai. Piemēram, ja sabiedrība izvēlas uzlabot ekosistēmas pakalpojuma piegādi, un šis pakalpojums pozitīvā un sinerģiskā veidā mijiedarbojas ar citu ekosistēmas pakalpojumu, izrietošais vispārējais labums var būt daudz lielāks par labumu, kuru sniedz atsevišķs ekosistēmas pakalpojums viens pats. Pretēji tam, kompromisi parādās tad, kad viena

ekosistēmas pakalpojuma sniegums samazinās cita ekosistēmas pakalpojuma palielināta lietojuma dēļ. Daudzos gadījumos kompromisi šķiet neizbēgami un ir izšķiroši vides lēmumu iznākumu noteikšanā. Dažos gadījumos, kompromisi var būt atklātas izvēles sekas; savukārt citos, kompromisi rodas bez iepriekšēja nodoma vai pat neapzinoties, ka tie notiek. Šie netīšie kompromisi notiek tad, kad mēs neko nezinām par mijiedarbību ekosistēmu pakalpojumiem starpā vai kad mijiedarbība mums ir zināma, bet zināšanas par to, kā tā darbojas, ir nepareizas vai nepilnīgas. Cilvēku sabiedrībām pārveidojot ekosistēmas, lai iegūtu lielāku konkrētu pakalpojumu sniegumu, mēs bez šaubām samazināsim kādus citus.

Vienkāršākā pieeja, kura ļauj fiksēt pozitīvu un/vai negatīvu mijiedarbību starp EP ir kontūru telpisko attiecību salīdzinājums kartēs (White et al., 2012) vai zvaigžņu diagrammas, kas attēlo relatīvo EP nodrošinājumu saišķī (Foley et al., 2005; Raudsepp-Hearne et al., 2010), bet neviena no šīm grafiskajām metodēm nenodrošina mijiedarbības spēka kvantifikāciju. Vispopulārākā kvantitatīvā metode, kas ļauj novērtēt asociācijas starp secīgiem kvantitatīviem indikatoriem ir pāra korelācijas koeficienti. Divu kategorisko indikatoru gadījumā, divvirziena nejaušības tabulu chi-square tests spēj aizvietot korelācijas analīzi. Tomēr multinomialā analīze reprezentē labāku alternatīvu, kad tiek aplūkoti vairāk kā divi EP, un tā ir elastīga attiecībā uz indikatoru veidu (piem., kvantitatīvi, kvalitatīvi): Principālā Komponentu analīze (PCA), kad visi EP indikatorī ir kvantitatīvi, Multiplu Atbilstību Analīze (MCA), kad visi indikatorī ir kvalitatīvi (nomināli vai bināri) un Jaukto Datu Faktoru Analīze (FAMD – kura apvieno PCA, kvantitatīvajiem mainīgajiem, un MCA, kvalitatīvajiem), lai tiktu galā ar kvantitatīvo un kvalitatīvo indikatoru vienlaicīgu kombināciju. Arī uz regresiju balstītās metodes spēj starp diviem EP indikatoriem atklāt EP asociācijas (Bennet et al., 2009).



4.1. attēls. Analītisko saikņu, starp saistītajiem jēdzieniem un kompromisu mehānismu, vizualizācija (OpenNESS synthesis paper)

4.2. Mijiedarbība starp ekosistēmu pakalpojumiem kopās

Īpašs veids kā novērtēt kompromisus ir analizēt to telpisko un/vai temporālo mijiedarbību, kur var novērot to, ka EP parādās asociācijā, jeb tā sauktajos “kopās”. EP kopas ir virknes ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma telpiska sakritība. Daži autori šo definīciju ir paplašinājuši: Raudsepp-Hearne et al. (2010) izvirza, ka tie ir “ekosistēmu pakalpojumu, kuri atkārtoti parādās kopā laikā un telpā, kopas.” Pētnieki (OpenNESS synthesis paper) iesaka EP kopas definēt kā “saistītus ekosistēmu pakalpojumus, kuri ir piesaistīti dotajai ekosistēmai un kuri kopā ierasti parādās atkārtoti laikā un/vai telpā”. Kopu analīze spēj identificēt platības, kurā zemes pārvaldīšana ir radījusi vēlamas vai nevēlamas ekosistēmas pakalpojumu mijiedarbības.

Galvenā metode EP kopu novērtēšanai ir klasteru analīze, kura objektīvi nodefinē nozīmīgi asociētas EP grupas. EP mijiedarbība un to asociācija kopās var tikt analizēta izmantojot gan telpisko analīzi, kur EP piedāvājuma potenciāls tiek identificēts ainavas vai administratīvo vienību līmenī, gan noteikto EP vērtību matricas analīzi. Katram klasterēšanas algoritmam atbilstošo hipotēžu rezultātā dažādas klastera analīzes var parādīt dažādus klasterus. Hierarhiskā klasterēšana ir tikusi veiksmīgi pielietota, lai EP kopas definētu izmantojot attālumu starp ekonomiskajām vērtībām vai sabiedriskajām izvēlēm (Martin-Lopez et al., 2012).

Arī K-means klasterēšanas algoritms var tikt pielietots, lai EP sadalītu iepriekš noteiktā skaitā grupu, minimizējot grupas iekšējo mainīgumu. Lai iegūtu dinamiskāku EP asociāciju ainu, var tikt veikta papildus analīze, novērtējot EP atkārtotu parādīšanos laikā un telpā. To var paveikt salīdzinot korelācijas koeficientus, izmantojot multivariate vai pārklāšanās analīzes starp dažādām telpiskām vienībām, kas norādītu uz fiksēto telpisko asociāciju konsistenci. Statistiskās analīzes rezultāti varētu tikt attēloti kā kartes un var tikt izmantoti par pamatu nākotnes scenāriju izstrādei.

Ieteicamā literatūra:

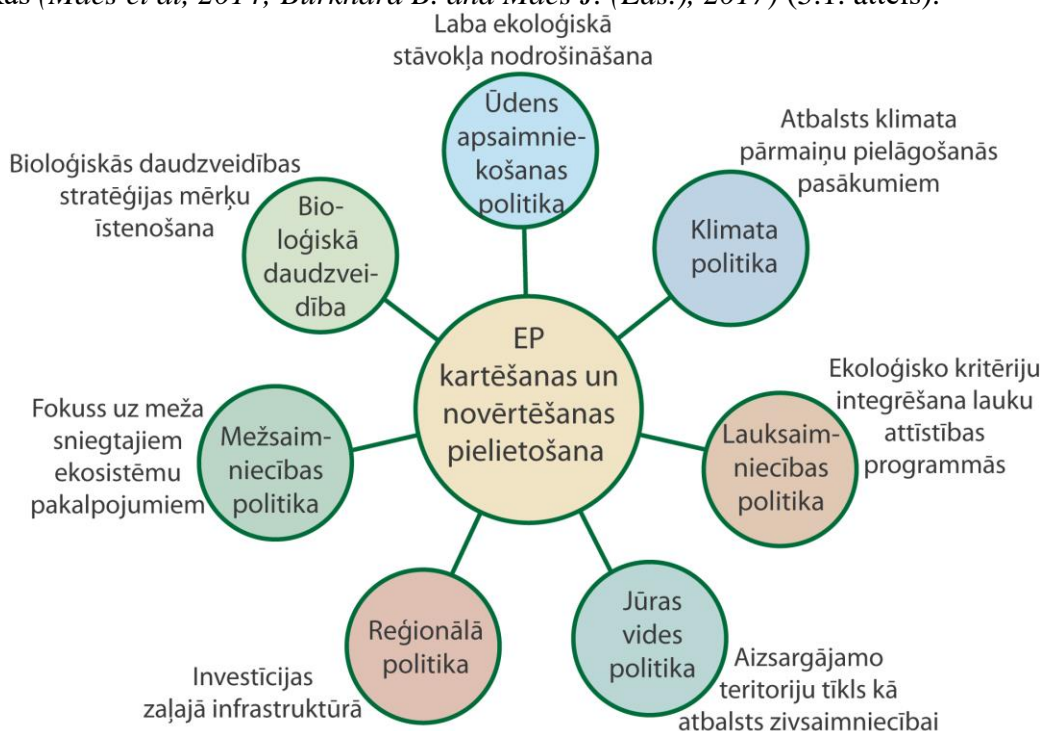
- Assessment, M. E., 2005. Millennium ecosystem assessment. *Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment* Washington, DC: Island Press.
- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J., 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology letters*, 12(12), 1394-1404.
- Kelemen, E., García-Llorente, M., Pataki, G., Martín-López, B., & Gómez-Baggethun, E., 2014. Non-monetary techniques for the valuation of ecosystem service. *OpenNESS Reference Book. EC FP7 Grant Agreement*, (308428).
- Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado-Arzuaga, I., Del Amo, D. G., ... & González, J. A., 2012. Uncovering ecosystem service bundles through social preferences. *PLoS one*, 7(6), e38970.
- Raudsepp-Hearne, C., Peterson, G. D., & Bennett, E. M., 2010. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(11), 5242-5247.

5. EKOSISTĒMU PAKALPOJUMA KONCEPTA PIELIETOJUMS NOZARU POLITIKĀS UN ZEMES PĀRVALDĪBĀ

Ekosistēmu pakalpojumu koncepts piedāvā holistisku skatījumu uz mijiedarbībām starp dabu un cilvēkiem, kā arī visaptverošu ietvaru pretrunu risināšanai starp vides aizsardzības un sociālekonomiskajiem mērķiem, tādēļ tas ir atzīts kā nozīmīgs atbalsts politikas veidotājiem un lēmumu pieņēmējiem. Politikas veidotāji ir sapratuši, ka ekosistēmu pakalpojumu izmantošana vai dabu balstīti risinājumi (piem., izmantojot mitraines ūdens attīrīšanai vai plūdu ietekmes mazināšanai) var būt izmaksu ziņā efektīvāki kā pelēkā infrastruktūra (Maes et al., 2012). Turklāt ekosistēmu pieeja sniedz iespējas veikt ieguvumu un zaudējumu analīzi starp konkurējošiem zemes izmantošanas veidiem, kā arī sniedz atbalstu lēmumu pieņemšana saistībā ar plānošanas un attīstības jautājumiem, kas pārsniedz nozaru, plānošanas līmeņu un administratīvās robežas (Fürst et al. 2017).

5.1. Ekosistēmu pakalpojumu koncepta ieguldījums dažādās nozaru politikās

Politikas veidotāju interese par ekosistēmu pakalpojumu konceptu radās, kad kļuva skaidrs, ka nav sasniegts globālais mērķis novērst bioloģiskās daudzveidības samazināšanos līdz 2010. gadam. Tādējādi šo konceptu vispirms piemēroja dabas aizsardzības politikas stiprināšanai, iekļaujot Bioloģiskās daudzveidības konvencijas Stratēģiskajā plānā 2011.-2020. gadam, kā arī Eiropas Savienības Bioloģiskās daudzveidības stratēģijā 2020. Taču, kā norāda Eiropas Komisija, ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 5. rīcībā paredzētā ekosistēmu pakalpojumu kartēšana un novērtēšana ir būtiska ne tikai bioloģiskās daudzveidības mērķu īstenošanai, bet sniedz arī atbalstu citu politiku īstenošanā, t.sk. ūdens resursu apsaimniekošanā, jūras, klimata, lauksaimniecības mežsaimniecības un reģionālās attīstības politikās (Maes et al, 2014; Burkhard B. and Maes J. (Eds.), 2017) (5.1. attēls).



5.1. attēls. ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas izvirzīto uzdevumu saistība ar citu nozaru politiku (Avots: Maes et al., 2014).

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un novērtēšanas rezultāti izmantojami arī ilgtspējīgā dabas resursu apsaimniekošanā, telpiskajā plānošanā, zaļās infrastruktūras veidošanā, kā arī vides izglītībā.

5.1.1. Dabas aizsardzības un bioloģiskās daudzveidības politika

Starptautiskajos politikas dokumentos ekosistēmu pakalpojumi pirmo reizi tika iekļauti 2010. gadā Konvencijas par bioloģisko daudzveidību līgumslēdzēju pušu konferences desmitajā sanāksmē, kurā tika pieņemts bioloģiskās daudzveidības stratēģiskais plāns laikposmam no 2011. līdz 2020. gadam. Plāns ietver tā saucamos «Aiči mērķus» (*Aichi targets*), kas līdzās tradicionālajiem dabas aizsardzības mērķiem aicina vairo sabiedrības ieguvumus no bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumiem. Tālāk šī pieeja tika pārņemta arī ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijā 2020, kura izvirza mērķi uzturēt un atjaunot ekosistēmas un to sniegtos pakalpojumus, ietverot ekosistēmu pakalpojumu kartēšanu un uzskaiti kā vienu no rīcībām, kas jāīsteno katrā dalībvalstī. ES atbalsta šo politiku īstenošanu, izmantojot tās zinātnes atbalsta programmu – Apvārsnis 2020, kā arī citus finansējuma instrumentus, piemēram LIFE + programmu.

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana un novērtēšana, pirmkārt, uzlabo zināšanas par ekosistēmu un sniegto pakalpojumu stāvokli, kā arī palīdz pielāgot ekosistēmu atjaunošanas un apsaimniekošanas pasākumus. Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas rezultātus var izmantot arī aizsargājamo teritoriju plānošanā un īstenoto pasākumu ietekmju novērtēšanā. Turklāt, ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma rezultāti ļauj skaidrot ekosistēmu un bioloģiskās daudzveidības ieguldījumu cilvēku labklājībā, tādējādi pamatojot dabas aizsardzības pasākumu nozīmību.

5.1.2. Vides politika

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un novērtēšanas rezultāti var sniegt ieguldījumu vides politikā, novērtējot cilvēku saimnieciskās darbības radītos riskus un ietekmi uz ekosistēmu vai cilvēku veselību, kā arī plānojot risku mazināšanas vai apsaimniekošanas pasākumus.

Ekosistēmu pakalpojumi ir tieši saistīti ar šādām vides politikas jomām (Maes et al, 2014):

- **Ūdens resursu apsaimniekošana:** ES normatīvie akti (piemēram, Ūdens struktūrdirektīva, Pazemes ūdeņu direktīva) prasa precīzu informāciju par saldūdens resursiem un kvalitāti. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas rezultāti papildinās pieejamo informāciju par saldūdens ekosistēmu stāvokli, kā arī veicinās efektīvāku ūdens resursu apsaimniekošanu. Piemēram, ekosistēmas veiktās barības vielu aiztures un saldūdens ķīmiskā stāvokļa uzturēšanas spēju kartēšana sniedz tiešu ieguldījumu upju baseinu apsaimniekošanas plānu īstenošanā.
- **Klimata politika:** Ekosistēmām ir nozīmīga loma oglekļa piesaistē un ar to saistītā klimata izmaiņu mazināšanā, kā arī tās nodrošina pielāgošanos klimata izmaiņām. Tādēļ izstrādājot klimata pārmaiņu pielāgošanās politiku, arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta zaļās infrastruktūras risinājumiem. Vairāki vidi regulējošie pakalpojumi (piemēram, atmosfēras ķīmiskā sastāva regulēšana, hidroloģisko ciklu un ūdens

plūsmu uzturēšana, erozijas kontrole) ir būtiski plānojot klimat pārmaiņu mazināšanas un pielāgošanās pasākumus, t.sk. katastrofu riska mazināšanu ārkārtēju laika apstākļu un plūdu gadījumā. Zaļās infrastruktūra sniedz ieguldījumu gaisa temperatūras pazemināšanā pilsētās. Savukārt pārmaiņu radītās ietekmes var tikt vērtētas saistībā ar visu kategoriju ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.

- **Jūras politika:** jūras un piekrastes ekosistēmas sniedz dažāda veida ieguldījumu cilvēka labklājībā, t.sk. pārtiku, nodarbinātību, drošību, kā arī dzīves kvalitāti un rekreācijas iespējas. Jūras stratēģijas pamatdirektīva ir galvenais ES normatīvais akts, kas nodrošina jūras ekosistēmu aizsardzību, izvirzot mērķi līdz 2020. gadam sasniegt labu vides stāvokli visos Eiropas jurisdikcijā esošajos jūras ūdeņos. Direktīva uzliek dalībvalstīm par pienākumu novērtēt jūras ūdeņu stāvokli, kā arī piemērot ekosistēmu pieeju cilvēku darbību pārvaldībā, nodrošinot, ka šādu darbību kopējā ietekme tiek saglabāta tādā līmenī, kas ir savienojams ar laba vides stāvokļa sasniegšanu, kā arī to, lai pēc cilvēku radītām pārmaiņām netiktu apdraudēta jūras ekosistēmu spēja saglabāties, vienlaikus ļaujot ilgtspējīgi izmantot jūras sniegtos produktus un pakalpojumus. Tādējādi ar direktīvas ieviešanu saistītas vides stāvokļa novērtējums un jūras ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu novērtējums ir savstarpēji papildinošs, ļaujot novērtēt cilvēku darbības kopējās ietekmes, kā arī īstenotās pasākumu programmas ietekmi attiecībā uz jūras laba vides stāvokļa sasniegšanu.
- **Piesārņojuma kontrole:** Piesārņojuma izplatības kontroles pasākumus var balstīt uz vairāku vidi regulējošo pakalpojumu kartēšanas rezultātiem (piem. dzīvo organismu veiktā piesārņojuma noārdīšana jeb bioremidācija; filtrācija/uzglabāšana/akumulācija; kā arī ūdens plūsmu regulēšana ekosistēmā u.c.).

5.1.3. Lauksaimniecība un lauku attīstības politika

Lauksaimniecība un lauku attīstība ir vēl viena joma, kurā ekosistēmas pakalpojumu konceptam ir būtiska loma. Lauksaimniecība ir tieša veidā iesaistītā ekosistēmu pakalpojumu ražošanā (piem., kultūraugi cilvēku pārtikai; biomasas lopbarībai, mēslojumam vai enerģijas ražošanai; rekreācijas iespēju un ainavas uzturēšana u.c.), kā arī atkarīga no ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma (piem., apputeksnēšanas, slimību un kaitēkļu kontroles, augsnes auglības uzturēšanas), vienlaicīgi radot ietekmi arī uz citu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu (piem., dzīvotņu uzturēšanu, saldūdeņu ķīmiskās kvalitātes uzturēšanu, atmosfēras ķīmiskā sastāva regulēšanu u.c.) (Burkhardt B. un Maes J. (Red.), 2017). Šo pakalpojumu nodrošinājums ir tiešā veidā atkarīgs no lauksaimniecības prakses. Tie pieņemts, ka ekstensīvas lauksaimniecības sistēmas parasti ir vairāk atkarīgas no ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma un rada mazāk ietekmi uz pakalpojumu nodrošinājumu salīdzinot ar intensīvo lauksaimniecību. Dažādu pakalpojumu piedāvājums, ietekme un savstarpējā atkarība, kā arī to pārvaldības iespējas atšķiras atkarībā no mēroga, piemēram, apgādes pakalpojumi galvenokārt ir saistīti ar saimniecību līmeni, savukārt dzīvotņu uzturēšana, rekreācijas iespējas un estētiskā vērtība, ūdens kvalitāte un klimata regulēšana var būt nozīmīgāki, aplūkojot apsaimniekošanas prakses ainavu vai reģionālā mērogā. Tādējādi izpratne par ekosistēmu pakalpojumu plūsmām un saistību ar dažādiem līmeņiem ir būtiska, lai efektīvi pārvaldītu lauku teritorijas un ar to saistīto ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.

Agro-ekosistēmu pakalpojumu kartēšana un novērtēšana ļauj:

- vizualizēt mērogu kādā tiek nodrošināti dažādi pakalpojumi;
- novērtēt ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu, pieprasījumu un to savstarpējo atbilstību;

- vizualizēt apsaimniekošanas prakšu pozitīvās un negatīvās ietekmes;
- pielāgot apsaimniekošanas pasākumus vietas apstākļiem, tādējādi veicinot optimālu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana un novērtēšanas rezultāti ļauj arī formulēt lauku attīstības politikas mērķus un pasākumus, kā arī definēt atbalsta maksājumus, ņemot vērā ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Piemēram, ekosistēmu pakalpojumu atjaunošana un saglabāšana jau ir iekļauta kā viena no ES kopējās lauksaimniecības politikas lauku attīstības pīlāra prioritātēm.

5.1.4. Meža politika

Meža ekosistēmas ir būtisks ainavas un bioloģiskās daudzveidības elements, vienlaicīgi sniedzot būtisku ieguldījumu cilvēku labklājībā. Agrāk mežsaimniecībā galvenā uzmanība tika pievērsta kokmateriālu ražošanai, taču 21. gadsimta jaunie izaicinājumi ir veicinājuši daudzfunkcionālu pieeju, kas ietver vairāku produktu un pakalpojumu nodrošinājumu, tostarp klimata regulēšanu, erozijas kontroli un hidroloģisko ciklu uzturēšanu (Luque et al. 2017). 2013. gadā publicētā “Jauna ES meža stratēģija mežiem un uz koksnes resursiem balstītai rūpniecībai”, piedāvā sistēmu, kas ietver mežu aizsardzību, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu, kā arī meža ekosistēmu pakalpojumu ilgtspējīgu izmantošanu un nodrošinājumu. Stratēģija atbalsta saskaņotu un visaptverošu pieeju meža apsaimniekošanai, kas ietver: i) daudzveidīgus ieguvumus no meža ekosistēmas; ii) iekšējos un ārējos meža politikas jautājumus un iii) pilnīgu meža sniegto vērtību ķēdi. Meža ekosistēmu pakalpojumu kartēšana un uzskaitē nodrošina integrētu un sistemātisku redzējumu par meža ekosistēmu, kā arī dažādu slodžu radītajām ietekmēm (Maes et al. 2014).

5.1.5. Reģionālās attīstības politika un telpiskā plānošana

Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma novērtējums, kā arī to plūsmas optimizēšanā (piemēram, plānojot zaļo infrastruktūru) var sekmēt pilsētu un reģionālo attīstību, sniedzot atbalstu lēmumu pieņemšanā par nākotnes investīcijām un attīstības projektiem, un tādējādi veicinot nodarbinātību, sabiedrības labklājību un ekonomisko izaugsmi. Turklāt ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma rezultātu izmantošana telpiskās plānošanas procesā sniedz plašākas iespējas integrēt vides apsvērumus lēmumu pieņemšanā par zemes lietojuma veida maiņu vai apsaimniekošanas pasākumiem. Šāda pieeja jau ir izmantota vairākās ES valstīs kā atbalsts plānošanā un lēmumu pieņemšanā sākot no vietējam līdz nacionālam līmenim. Piemēram, Somijā vairāki reģionālie stratēģiskie plāni un vietēja mēroga plānošanas dokumenti ir vērsti uz ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu atjaunošanu, vai nodrošinājuma veicināšanu. Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana ir iekļauta arī jau uzsāktajās jūras telpiskās plānošanas iniciatīvās (piem., Latvijā un Zviedrijā), lai izvērtētu gan iespējamus ieguvumus, gan arī sagaidāmās ietekmes uz jūras ekosistēmu.

Ekosistēmu pakalpojumu konceptam ir arī liels pielietojuma potenciāls ainavu plānošanā, kuras mērķis ir uzlabot, atjaunot vai veidot ainavas un ar tām saistītos pakalpojumus. Šādu pieeju demonstrē Vācijas ainavu plānošanas prakse, kurā tiek analizēta ainavas pašreizējā situācija attiecībā uz ainavas funkciju kopumu un spēju nodrošināt cilvēku vajadzības.

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un novērtēšanas rezultātu galvenās izmantošanas iespējas telpiskajā plānošanā ietver (Albert et al., 2017):

- ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma “karsto punktu” apzināšanu – tās ir teritorijas, kur vairāki pakalpojumi ir nodrošināti augstā līmenī (šādas teritorijas var būt jutīgas pret ietekmēm, ko varētu radīt ar zemes lietojuma veida maiņu saistīti plānošanas risinājumi, kā arī tām var būt nepieciešami īpaši aizsardzības vai apsaimniekošanas pasākumi).
- plānošanas risinājumu ietekmes novērtējumu attiecībā uz ekosistēmu stāvokli un pakalpojumu nodrošinājumu (pielietojums stratēģiskais ietekmes uz vidi novērtējumā);
- ieguvumu un zaudējumu apzināšanu, salīdzinot dažādus attīstības scenārijus;
- ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma telpisku salīdzinājumu (kombinējot ekosistēmu pakalpojumu izplatības kartes ar sabiedrības vērtējumu un pakalpojumu reālo izmantošanu);
- atbalstu ieinteresēto pušu un lēmumu pieņēmēju iesaistīšanai plānošanas procesā, ļaujot pilnīgāk izvērtēt piedāvāto plānošanas risinājumu ieguvumus un trūkumus;
- sabiedrības līdzdalības veicināšanu plānošanas risinājumu izstrādē, apkopojot vietējās zināšanas un viedokļus par sabiedrībai būtisku ekosistēmas pakalpojumu nodrošinājumu.

Tomēr jāatceras, ka veiksmīga ekosistēmu pakalpojumu pieejas integrācija telpiskās plānošanas procesā ir atkarīga no laika un finansiālajiem ierobežojumi, kā arī lietotāju un lēmumu pieņēmēju vajadzībām un intereses. Ekosistēmas pakalpojumu kartēšanas detalizētības pakāpe, pielietotās metodes un izmantotie rādītāji būs atkarīgi no konkrētā plānošanas instrumenta uzdevumiem un likumā noteiktajām prasībām. Tāpat lēmumu pieņēmēji un sabiedrība jāinformē par to cik precīzi un pārbaudīti ir novērtējuma rezultāti (jeb to nenoteiktības pakāpe).

5.2. Instrumenti un metodes ekosistēmu pakalpojumu izmantošanai lēmumu pieņemšanā

5.2.1. Tendencu analīze un dabas kapitāla uzskaitē

Tendencu analīze parasti tiek izmantota politikas veidošanas procesā, nosakot politikas mērķus, kā arī politikas īstenošanas uzraudzībai un tās ietekmju novērtēšanai. Veicot attīstības tendencu analīzi dažādām ekosistēmu komponentēm un ar tām saistītiem pakalpojumiem, var labāk izprast pagātnes un pašreizējo attīstību, kā arī prognozēt iespējamo ekosistēmu attīstību nākotnē. Tādējādi tendencu analīzes rezultāti ļauj labāk izstrādāt un aprakstīt ekosistēmu attīstības nākotnes scenārijus (Guerra et al 2017).

Kā iepriekš aprakstīts, ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma rezultāti un tendencu analīze var sniegt būtisku informāciju saistībā ar dažādu ES politiku īstenošanu, piemēram, dabas aizsardzības, klimata pārmaiņu, ūdens resursu apsaimniekošanas, jūras vides aizsardzības jomā, kā arī novērtēt to politikas nozaru ietekmi, kas balstītas uz ekosistēmu pakalpojumu izmantošanu, piemēram, lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivsaimniecība u.c. Tomēr, lai

Istenotu šādu pieeju ir nepieciešami ilglaicīgi, salīdzināmi ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma laika rindas, kuras šobrīd vairumam valstu nav pieejamas.

Lai veicinātu regulāru datu ievākšanu par ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu, ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģija 5. rīcība prasa novērtēt ekosistēmu pakalpojumu ekonomisko vērtību un integrēt šīs vērtības ES un dalībvalstu uzskaites un ziņošanas sistēmās. Tādēļ, kā daļa no ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu kartēšanas un novērtēšanas procesa, ir izveidots metodoloģiskais ietvars dabas kapitāla uzskaitē (*Natural Capital Accounting - NCA*). Tas ietver pakāpenisku pieeju, kas sākas ar uzskaites sistēmas biofizikālā pamata izveidi, uz kā balstīt turpmākos novērtējuma etapus. Šādam biofizikālā pamata izveidei nepieciešami skaidri strukturētas telpisko pamatdatu kopas (Maes et al. 2014). ANO Statistikas nodaļa ir izveidojusi Vides ekonomisko aprēķinu sistēmu (*The System of Environmental-Economic Accounting – SEEA*) starptautiski salīdzināmu statistikas datu apkopošanai, tādejādi veidojot pamatu ekosistēmu pakalpojumu uzskaites sistēmai. Šobrīd arī vairākas ES dalībvalstis ir uzsākušas veidot savu dabas kapitāla uzskaiti.

5.2.2. Scenāriju analīze

Scenāriju var definēt kā iespējamo nākotnes situāciju aprakstu, ietverot attīstības ceļu, kas noved pie šādas situācijas. Scenāriju uzdevums nav sniegt pilnu nākotnes izklāstu, bet gan izcelt tās nozīmīgākos elementus un pievērst uzmanību galvenajiem faktoriem, kas ietekmēs nākotnes attīstību. Vairāki scenāriju analītiķi uzsver, ka scenāriji ir hipotētiskas konstrukcijas, kas ne vienmēr atspoguļos realitāti (Schoemaker, 1995). Tomēr scenāriji bieži tiek izmantoti kā atbalsta instruments politikas izstrādē un lēmumu pieņemšanā (Schoemaker, 1995; Guerra et al. 2017):

- lai radītu zināšanas par tagadni un nākotni un apzinātu šo zināšanu robežas;
- lai veicinātu komunikāciju un ideju apmaiņu starp cilvēkiem ar atšķirīgiem skata perspektīvām;
- lai palīdzētu lēmumu pieņēmējiem definēt politikas mērķus;
- lai izvērtētu alternatīvu attīstības ceļu un politisko izvēļu ietekmes;
- lai novērtētu piedāvāto lēmumu un pārvaldības risinājumu iespējamo efektivitāti;
- lai veicinātu adaptīvas pārvaldības pieeju izstrādi.

Scenāriju analīze ir veiksmīgi izmantota daudzos pētījumos gan vietējā, gan arī valsts, reģionālā un globālā mērogā, lai izvērtētu kā dažādas zemes izmantošanas vai pārvaldības risinājumi ietekmēs ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Šādi pētījumi ietver gan ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu mijiedarbību izvērtējamu (kādi pakalpojumi tiek iegūti un kādi zaudēti pie noteikta zemes izmantošanas risinājuma - *angl. trade-offs in ES supply*) kā arī telpiski izvērtējot ekosistēmu pakalpojumu izplatības kopas (*angl. bundles*) un vietas, kur kādi no pakalpojumiem varētu tiek zaudēti uz citu rēķina. Šāda analīze ļauj apzināt vietas, kur nepieciešams sabalansēt dažādu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.

Scenāriju izstrāde un analīze ietver trīs galvenos posmus (Guerra et al., 2017):

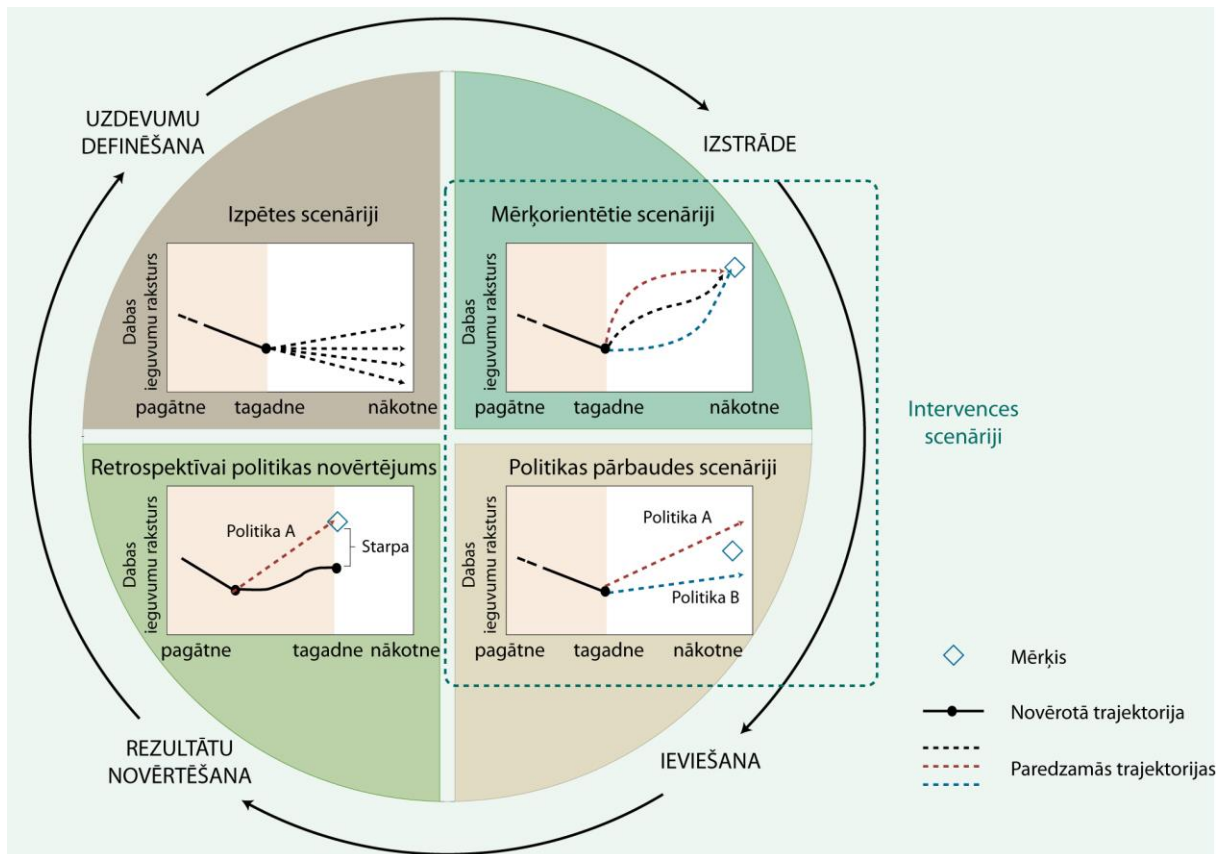
- posms: galveno tendenču apzināšana konkrētajam reģionam vai tēmai un to noteicošo virzītājspēku analīze – šī posma rezultātā var tikt apzināti vairāki iespējamie scenāriji.
- posms: ieinīcēto scenāriju izteikšana kvalitatīvos vai kvantitatīvos rādītājos, kas raksturo izmaiņu virzītājspēkus (piemēram, ekonomiskā attīstība vai demogrāfija). Izmaiņu virzītājspēki tad var tikt izmantoti kā pamatinformācija modeļiem, kas saista

šīs izmaiņas ar izmaiņām vidē vai ietekmi uz bioloģisko daudzveidību vai ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.

- posms: modelēšanas rezultātu analīze un politikas risinājumu formulēšana, kas novērstu nevēlamos attīstības scenāriju un ietekmes.

Atkarībā no politikas veidošanas vai lēmumu pieņemšanas konteksta var izdalīt vairākus scenāriju izstrādes veidus (IPBES, 2016): i) “*izpētes scenāriji*” atspoguļo dažādus iespējamus nākotnes attīstības variantus un saistot tos ar dažādu virzītājspēku attīstības virzieniem; ii) “*intervences scenāriji*” novērtē alternatīvus politikas vai apsaimniekošanas risinājumus – izmantojot „mērķa sasniegšanas” vai „politikas pārbaudes” analīzes pieeju („mērķa sasniegšanas” gadījumā tiek izskatīti alternatīvi ceļi, lai sasniegtu izvēlēto nākotnes mērķi, savukārt “politikas pārbaudes” gadījumā (ko apzīmē arī kā “ex-ante novērtējumu”), tiek izvērtēti dažādi politikas risinājumi); iii) “*retrospektīvu politikas novērtējumu*” (ko apzīmē arī kā “ex-post novērtējumu”) salīdzina iepriekš īstenotās politikas rezultātā novēroto attīstības trajektoriju ar scenārijiem, kas būtu sasnieguši paredzēto mērķi.

IPBES 2016. gadā publicētajā ziņojumā par bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu scenāriju un modeļu metodoloģisko novērtējumu sniegts ieskats kā dažādi scenāriju izstrādes veidi var sniegt ieguldījumu politikas veidošanas un īstenošanas procesā (5.2. attēls).



5.2. attēls. Dažādu scenāriju veidu pielietošana politikas veidošanā un īstenošanā. (Avots: IPBES, 2016)

Piemēram, “izpētes scenāriji” var atbalstīt problēmu identificēšanu un uzdevumu definēšanu, savukārt “intervences scenāriji”, kas novērtē alternatīvus politikas vai pārvaldības

risinājumus, var sniegt ieguldījumu politikas veidošanā un ieviešanā. Kā norādīts IPBES ziņojumā, “izpētes scenāriji” visbiežāk tiek izmantoti globāla, reģionāla un valsts mēroga novērtējumos, savukārt “intervences scenārijus” parasti izmanto lēmumu pieņemšanā valsts un vietējā mērogā.

5.2.3. Ietekmes novērtējums

Ietekmes novērtējuma mērķis ir noteikt plānoto darbību sekas un rezultātus nākotnē, tādējādi atbalstot lēmumu pieņemšanas procesu. Ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un novērtēšanas rezultātus var izmantot dažādās ietekmju novērtēšanas procedūrās, kā piemēram, plānošanas dokumentu stratēģiskajā ietekmes uz vidi novērtējumā (SIVN), kā arī attīstības projektu ietekmes uz vidi novērtējumā (IVN), tādējādi paplašinot novērtēto ietekmju spektru no vides aspektiem līdz citiem ar cilvēku labklājību saistītiem jautājumiem.

Ekosistēmu pakalpojumi ir izmantojami dažāds ietekmju novērtējuma posmos (*Geneletti & Mandle, 2017*), t.sk.:

- **Novērtējumā iekļaujamo aspektu apzināšana un esošās situācijas novērtējums:** ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas rezultātus var izmantot, lai atlasītu tos pakalpojumus, kas ir prioritāri saistībā ar plānotajām darbībām (t.i. pakalpojumi no kuriem konkrētās darbība ir atkarīgas vai kurus tās ietekmē). Šajā posmā ir būtiski arī izprast telpiskās attiecības starp teritorijām, kuras ietekmē plānotās darbības, teritorijas, kur pakalpojumi tiek nodrošināti un kur tie tiek izmantoti.
- **Konsultācijas:** Ekosistēmu pakalpojumu kartes var tikt izmantotas, lai fokusētu diskusiju uz konkrētām teritorijām, kur sagaidāmas ietekmes, kā arī lai veicinātu iesaistīto pušu līdzdalību, t.sk. apzinot ekosistēmu pakalpojumu nozīmi un nodrošinājumu dažādu sabiedrības grupu skatījumā. Konsultāciju posmā iegūtos rezultātus var izmantot alternatīvu risinājumu izstrādē, identificējot teritorijas, kur konkrētas darbības nav pieļaujamas, kā arī iesakot tām prioritārās vietas.
- **Attīstības alternatīvu ietekmju novērtējums:** ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma telpiskā analīze ļauj izsekot ietekmēm uz konkrētām teritorijām vai sabiedrības grupām, kā arī izvērtēt ieguvumus un zaudējumus starp dažādiem alternatīvajiem risinājumiem.
- **Priekšlikumu izstrāde ietekmju mazināšanai:** Ekosistēmu pakalpojumu kartes ļauj noteikt efektīvākās iespējas ietekmju mazināšanai, apvienojot vides un sociālos aspektus.

5.2.4. Integrētā pieeja ekosistēmu pakalpojumu izmantošanai lēmumu pieņemšanā

Iespējams visnozīmīgākais ekosistēmu pakalpojumu koncepta ieguldījums politikas veidošanā un lēmumu pieņemšanā ir saistīts ar tās holistisko skatījumu uz mijiedarbībām starp dabu un cilvēkiem, piedāvājot visaptverošu ietvaru pretrunu risināšanai starp konkurējošiem zemes izmantošanas veidiem, kā arī dabas aizsardzības un sociālekonomiskajām interesēm. Tādēļ ekosistēmu pakalpojumu koncepts var tikt izmantots ne tikai vienas politikas jomas vai plānošanas konteksta ietvaros, bet arī izvērtējot un mazinot vai novēršot kompromisus starp atšķirīgiem un konkurējošiem politikas mērķiem. Tomēr šāda integrēta pieeja un risinājumu izstrāde prasa sistemātisku izpratni par sociāli-ekoloģisko sistēmu sarežģītajām mijiedarbību mehānismiem (*Liu et al., 2015*).

Eiropas zinātnieki piedāvā (Fürst et al., 2017), jaunu konceptuālu ietvaru – ‘domāšanu kopsakarībās’- *angl. ‘Nexus thinking’*, kas demonstrēt kā ekosistēmu pakalpojumu koncepts var palīdzēt veidot sabalansētu, integratīvu pieeju resursu pārvaldībai, kas pārsniegtu nozaru un plānošanas līmeņu noteiktās robežas. Tas arī pievēršas būtiskam plānošanas un politikas veidošanas jautājumam – kā noteikt jēgpilnas sistēmas robežas lēmumu pieņemšanai, lai nodrošinātu, ka ekosistēmu procesi un to dažādie laika un telpiskie mērogi ir pietiekami ņemti vērā. Tas ir saistīts ar ierastu esošās plānošanas sistēmas problēmu jeb ierobežojumu – plāni un politikas tiek pieņemti administratīvām robežām, kamēr ekosistēmu pakalpojumu potenciāls un pieprasījums balstās uz biofizikāliem un sociāliem aspektiem.

Aprakstītais uz ekosistēmu pakalpojumiem balstītais kopsakarību ietvars piedāvā kopīgu platformu kā saistīt nozaru politikas, telpisko plānošanu un zemes izmantošanas, balstoties uz šajās jomās pielietotiem instrumentiem (5.3. attēls)



5.3. attēls. Saikne starp politikas, plānošanas un zemes pārvaldības instrumentiem un ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu (pēc Fürst et al., 2017).

Esošie instrumenti, kas izmantojami, lai attīstītu uz ekosistēmu pakalpojumiem balstītu saikni starp nozaru politikām, telpisko plānošanu un zemes izmantošanu ietver: i) politikas ietekmju novērtējumu, kas tiek veikts pirms ES nozaru politiku apstiprināšanas (piemēram, lauksaimniecības, mežsaimniecības, klimata, vides u.c. politikas); ii) nacionālo/vietējo plānu vai programmu stratēģisko ietekmes uz vidi novērtējumu (SIVN); iii) attīstības projektu ietekmes uz vidi novērtējumu (IVN); kā arī iv) dažādus tirgus mehānismus (piemēram, ekoserifikātus). Ekosistēmu pakalpojumu pielietošana ietekmju novērtēšanā ir jau iepriekš aprakstīta. Tirgus mehānismi var tikt izmantoti kā pārvaldības instrumenti, lai izveidotu saskaņotību starp politikas un sabiedrības mērķiem, no vienas puses, un zemes īpašnieku interesēm, no otras puses. Tirgus mehānismi var veicināt, piemēram, vidi regulējošo un kultūras pakalpojumu nodrošinājumu, tos iekļaujot kā pievienoto vērtību produktu mārketingā, kā arī stiprināt sadarbību starp dažādiem zemes lietotājiem (Fürst et.al, 2017).

Citi tiešie pasākumi, kurus var izmantot, lai palielinātu ekosistēmu pakalpojumu potenciālu, ietver dažādas finansējumā shēmas, piemēr Kopējās lauku politikas atbalsta maksājumus, kas ļauj ietekmēt apsaimniekošanas intensitāti, kā arī zaļās infrastruktūras veidošanā, kas saistīta ar telpisko plānošanu. Papildus izmantojami arī normatīvie ierobežojumi (piemēram, Biotopu direktīvas, Ūdens struktūrdirektīvas un Jūras stratēģijas pamatdirektīvas prasības), kas prasa telpiskajā plānošanā ņemt vērā ES bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu mērķus. Telpiskā plānošana var īstenot šīs juridiskās prasības, nosakot prioritārās teritorijas vai nu konkrētām ekosistēmas funkcijām (piemēram, aizsardzībai pret plūdiem), vai zemes izmantošanas veidiem. Tomēr, lai to īstenotu būtu nepieciešama paradigmas maiņa telpiskajā plānošanā – ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanai nozīmīgu teritoriju izdalīšana, kā arī kā arī ekosistēmu kolektivitātes nodrošināšana virzītu telpiskās plānošanas procesu uz integrētāku pieeju zemes izmantošanas veidu attīstībā, kas vairotu ekosistēmu pakalpojumu potenciālu, kā arī nodrošinātu kopīgu pamatu lēmumu pieņemšanai politikas veidotājiem, plānotājiem un zemes apsaimniekotājiem (Fürst et.al, 2017).

Ieteicamā literatūra:

- Albert, C., Geneletti, D., Kopperoinen, L., 2017. Application of ecosystem services in spatial planning. In: Burkhard B, Maes J (eds.). Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp.
- Fürst, C., Luque, S., Geneletti, D. 2017. Nexus thinking – how ecosystem services can contribute to enhancing the cross-scale and cross-sectoral coherence between land use, spatial planning and policy-making, International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 13(1): 412-421
- Geneletti, D., Mandle L., 2017. Mapping of ecosystem services for impact assessment. In: Burkhard B, Maes J (eds.). Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp.
- Guerra, C., Alkemade, R., Maes, J., 2017. When to map? In: Burkhard B, Maes J (eds.). Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp.
- IPBES, 2016. Summary for policymakers of the methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Ferrier, K. N. Ninan, P. Leadley, R. et al. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 32 pages
- Liu et al., 2015. Systems integration for global sustainability. Science. 347 (6225):1258832.
- Luque S, Gonzalez-Redin J, Fürst C., 2017. Mapping forest ecosystem services. In: Burkhard B, Maes J (eds.). Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp.
- Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Schägner, J.P., Grizzetti, B., Drakou, E.G., LaNotte, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M.L., Braat, L., Bidoglio, G., 2012. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. Ecosystem Services 1: 31–39.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., 2014. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg.
- Schoemaker, P. J., 1995. Scenario planning: a tool for strategic thinking. Sloan management review, 36(2), 25.

6.EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU IETVARA PIELIETOJUMS INTEGRĒTAJĀ PLĀNOŠANĀ: LIFE VIVA GRASS RĪKA PIEMĒRS

6.1. Ievads integrētās plānošanas pieejās un rīkos

Pēdējā desmitgadē ir attīstīti daudzi rīki un ietvari, piedāvājot integrētas plānošanas pieejas un iekļaujot ekosistēmu pakalpojumu konceptu (Brown et al., 2018). Pirms šo plānošanas rīku tipu detaļu skaidrojuma, jo īpaši izveidotajiem rīkiem LIFE Viva Grass projektā, ir nepieciešams nostiprināt esošo izpratni par konceptu “integrēšana”. Integrēšanu var skaidrot kā vairāku disciplīnu un pieeju iekļaušanu vienā noteiktā novērtējumā (piemēram, sociālekonomiskās informācijas iekļaušanu ekosistēmu stāvokļa un ekosistēmu pakalpojumu novērtējumā). Ar integrēšanu saprot arī vairāku ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un novērtējuma metodiku strukturētu kombināciju vienā noteiktā rīkā (piemēram, biofizikālo, sociālo un ekonomisko kartēšanas un novērtēšanas metožu kombinācija). Pēdējā laikā strauji palielinās ekosistēmu pakalpojumu iekļaušana telpiskajā, ainavu un vides plānošanā. Lai gan šis process ir izaicinājums stingras struktūras nacionālo telpisko un ainavu plānošanas ietvaros, daudzi ieguvumi izriet no ekosistēmu pakalpojumu integrēšanas plānošanas procesos. Ekosistēmu pakalpojumu komunikatīvā stiprināšana uzlabo sabiedrības ieinteresēto pušu iekļaušanu plānošanas procesos un uzlabo sabiedrības ieguvumu izpratni par noteiktām plānošanas pieejām. Turklāt, ekosistēmu pakalpojumi palīdz vizualizēt pilnu ietekmju un ieguvumu spektru dažādos (un bieži kontrastējošos) plānošanas scenārijos.

Daudzi no esošiem telpiskajiem, ainavu un vides plānošanas ietvariem ne viegli pieņem ekosistēmu pakalpojumu konceptu. Šī iemesla dēļ bieži ir nepieciešams attīstīt rīkus, kas palīdz instrumentalizēt augstāk minēto integrēšanu. Daudzi no šiem rīkiem ir elastīgi teritorijas, analizēto ekosistēmu pakalpojumu un datu nepieciešamības ziņā, bet bieži tie pieprasa gala lietotājam nodrošināt pamatdatus un kartes (piemēram, InVEST). Citi rīki ir īpaši fokusēti uz specifisku teritoriju vai īpašu plānošanas aspektu un jau satur iepriekš noteiktos datus (piemēram, Nature Value Explorer: <https://www.natuurwaardeverkenner.be/#/>).

Turpmākās sadaļas iezīmē LIFE Viva Grass projekta ietvaros izstrādātā integrētā plānošanas rīka dizainu, saturu un funkcionalitāti.

6.2. LIFE Viva Grass projekts

LIFE Viva Grass projekts tika uzsākts 2014. gadā, iesaistot pētniekus un praktiķus no Baltijas valstīm – Lietuvas, Latvijas un Igaunijas ar mērķi atbalstīt zālāju bioloģisko daudzveidību un to sniegtos ekosistēmas pakalpojumus, veicinot ekosistēmas pieejas izmantošanu plānošanā un sekmējot ekonomiski pamatotu zālāju apsaimniekošanu. Galvenais uzdevums projekta ietvaros bija attīstīt integrētu plānošanas rīku (turpmāk tekstā: Viva Grass rīku), kas sniegtu telpiski skaidru lēmuma pieņemšanas atbalstu ainavu un telpiskajā plānošanā, kā arī ilgtspējīgā zālāju apsaimniekošanā.

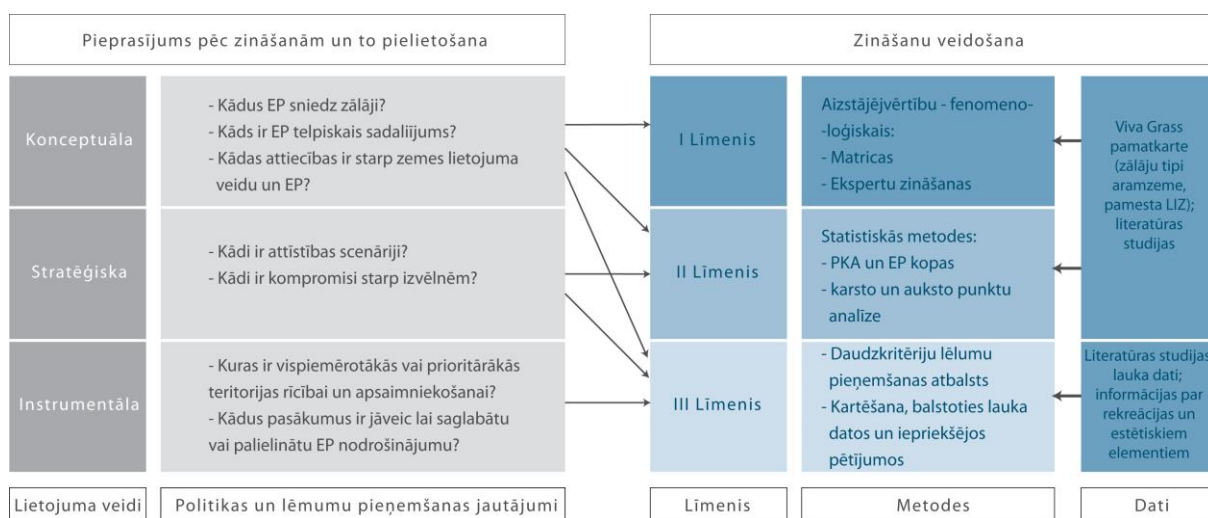
Viva grass rīks ir operacionalizēts ekosistēmu pakalpojumu koncepts lēmuma pieņemšanā, savietojot agroekosistēmu biofizikālos datus (piemēram, zemes kvalitāte, reljefs, zemes lietojums, dzīvotņu tipi), kas palīdz novērtēt ekosistēmu pakalpojumu apgādi, kā arī sociāli ekonomisko kontekstu. Rīks ir integrēts tiešsaistes GIS strādājošā vidē, kas ļauj lietotājiem:

- novērtēt zālāju ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciālu un kompromisus lietotāju definētās teritorijās;
- attīstīt ekosistēmu balstītus zālāju apsaimniekošanas un plānošanas scenārijus.

Viva grass rīks ir testēts (pārbaudīts) deviņās pilotteritorijās trijās Baltijas valstīs (2 zemnieku saimniecībās, 4 pašvaldībās, 2 aizsargājamās teritorijās un vienā novadā), kur katra atšķiras ar telpisko un tematisko mērogu, kā arī ar dažādu datu pieejamību.

Tādejādi Viva Grass rīks parāda ekosistēmu pakalpojumu saistītas informācijas pielietojumu dažādos plānošanas mērogos un dažādos kontekstos, kas prasa konsekventu, bet elastīgu pieeju.

Viens no integrētas plānošanas izaicinājumiem ir nepieciešamība pielāgoties dažādiem plānošanas scenārijiem un kontekstiem, kā arī savietot dažādu ieinteresēto grupu prasības Dunford et al. (2017). Šajā sakarā, LIFE Viva Grass projekta ietvaros izstrādātais integrētās plānošanas rīks pārklāj tos pašus izaicinājumus. Lai pārvarētu iepriekš minētās problēmas, Viva Grass integrētā plānošanas rīka pamatā ir **pakāpju pieeja** (3 nodaļa). Pakāpju sistēmā metodes un rīki tiek kombinēti secīgā veidā, ka katra turpmākā pakāpe iezīmē un palielina datu prasības, kā arī metodisko kompleksitāti (Grêt-Regamey et al., 2015). Viva Grass rīkā katra pakāpe ietver dažādas metodes un atbild uz dažādiem politikas jautājumiem (6.1. attēls).



6.1. attēls. Pakāpju pieeja zālāju ekosistēmu pakalpojumu kartēšanā un novērtējumā Baltijas valstīs LIFE Viva Grass projekta ietvaros

Atbilstoši pakāpju pieejai Viva Grass rīks piedāvā trīs pielietojumus vai Moduļus: Viva Grass pārliks (angliski - VivaGrass Viewer), Viva Grass bionerģijai (angliski - VivaGrass Bio-Energy) un Viva Grass plānotājs (angliski - VivaGrass Planner). Katrs ir veidots dažādām lietotāju grupām un lēmuma pieņemšanas kontekstiem. “VivaGrass Viewer” ir paredzēts sabiedrībai un zemniekiem, nodrošinot ekosistēmu pakalpojumu apgādes pārskatu izvēlētajā teritorijā, balstoties uz izvēlēto apsaimniekošanas veidu. Pielietojot šo moduli, zemnieki var izlemt par labāk pieņemamo apsaimniekošanas modeli, kas palielinās ekosistēmu pakalpojumu apgādi.

“VivaGrass Bio-Energy” atspoguļo zāles biomasas kā enerģijas avota pielietojuma potenciālu (piemēram, apkurē), tādejādi iezīmējot viena noteikta ekosistēmas pakalpojuma vērtību.

“VivaGrass Planner” modulim ir ierobežota pieeja – tas ir paredzēts profesionāliem lietotājiem, kuri var pievienot ekosistēma pakalpojumu informāciju telpiskās plānošanas procesā.

Visos šajos moduļos apstrāde notiek izmantojot: i) pamatkarti par zemes lietojuma veidiem un papildinošajiem dabiskajiem apstākļiem; ii) meklēšanas tabulu (matricu) par ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu un iii) ekosistēmu pakalpojumu izplatības kartes. Turklāt, Viva

Grass rīks piedāvā ekosistēmu pakalpojumu kopu un kompromisu telpisku vizualizāciju, kā arī karsto punktu un auksto punktu teritorijas, kas nodrošina pievienoto vērtību zemes lietojuma plānošanā.

Turmpākajās sadaļās katrs komponents ir detalizēti paskaidrots.

6.2.1. Viva Grass pamatkarte

6.2.1.1. Pamatkartes metodoloģija

Kā aprakstīts 3. nodaļā, ekosistēmu pakalpojumu kartes veido būtisku pamatu ekosistēmu pakalpojumu novērtējumā. Ar ekosistēmu pakalpojumu karšu palīdzību ir iespējams telpiski atspoguļot ekosistēmu pakalpojumu plūsmas, kā arī nesakritības starp ekosistēmu pakalpojumu apgādi un pieprasījumu, vai noteikt slodžu faktorus uz ekosistēmu pakalpojumu apgādi. Ekosistēmu pakalpojumu apgādes kartes var tikt veidotas uz zemes lietojumviedu/zemes seguma kartēm (LULC), kas definē telpiskas vienības, kas nodrošina ekosistēmu pakalpojumus (piemēram, meži, aramzemes, zālāji). Pirmais solis jebkurā ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas analīzē tādēļ ir LULC definēšana, kas satur pakalpojumu nodrošinājuma teritorijas (angliski - Service Providing Areas (SPAs) (3. nodaļa).

LIFE Viva Grass projekts ietver trīs Baltijas valstis un 9 etalonteritorijas un attiecīgi, pamatkartes izveidošanai saistībā ar datu pieejamību radās lielas atšķirības. Eiropas mēroga kartes, piemēram CORINE zemes segums (Soukup et al., 2016) nenodrošina telpisko un tematiskās detalizācijas līmeni atbilstoši tiešsaistei, telpiski izteiktā veidā tiek nodrošinātas ekosistēmu pakalpojumu zālāju klases. No otras puses, nacionālās pamata LULC kartes būtiski atšķiras starp valstīm un tematiskajiem mērogiem. Tādēļ vienota zālāju tipoloģija tika izveidota, lai nodrošinātu pamatu ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai un novērtēšanai LIFE Viva Grass projektā.

Ņemot vērā to, ka ekosistēmu pakalpojumu potenciāla nodrošinājumu nosaka mijiedarbība starp dabas atribūtiem, ietverot gan biotiskos, gan abiotiskos komponentus, un cilvēka ietekmi un apsaimniekošanas stratēģijas (Smith et al., 2017), tad zālāju klases tika definētas atbilstoši diviem nozīmīgākajiem faktoriem, lai izveidotu Viva Grass rīka pamatkarti:

1. **Galvenie dabas apstākļi:** kā vides apstākļu noteicošie faktori, kas nosaka zālāju ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu Baltijas valstīs ir: **zemes kvalitāte** un **reljefs (nogāzes)**. Zemes kvalitātes koncepts ir integrēts augsnes auglības novērtējums Baltijas valstu zemes vērtēšanas sistēmās un to veido vairāki faktori, piemēram, augsnes granulometriskā sastāva grupa, augsnes tips, reljefs, akmeņainība, zemes iekultivēšanas pakāpe. Zemes kvalitāte tika iedalīta 4 grupās:

- Zemas zemes kvalitātes augsnes, kas asociējas ar nabadzīgām augsnēm ar smilts granulometriskā sastāva grupu, augstu erozijas risku, zemu barības elementu kapacitāti un nodrošinājumu ar apmaiņas elementiem un bioloģisko aktivitāti, kā arī zemu ražību.
- Vidējas zemes kvalitātes augsnes, kas asociējas ar mālsmilts augsnes granulometriskā sastāva grupu, relatīvi zemu organisko vielu saturu, zemu auglību, vidēju kapacitāti barības elementu un apmaiņas elementu akumulēšanā.
- Augstas zemes kvalitātes augsnes, kas asociējas ar smilšmāla un māla augsnes granulometriskā sastāva grupām, vidēju augsnes auglību, augstu organisko vielu saturu un kapacitāti akumulēt barības elementus un apmaiņas elementus.
- Hidromorfās augsnes, kas veidojušās uz organogēnajiem nogulumiem, ko raksturo dažāda augsnes auglība un relatīvi augsta bioloģiskā aktivitāte.

Nogāzes arī tika iekļautas pie galvenajiem dabiskajiem apstākļiem: stāvākas nogāzes asociējas ar seklāku augsni un mazāku ūdens aiztures kapacitāti gravitātes rezultātā un ar augstāku augsnes erozijas risku un tādejādi ietekmē ekosistēmu pakalpojumu apgādi. Dati par nogāzēm tika iedalīti 3 kategorijās:

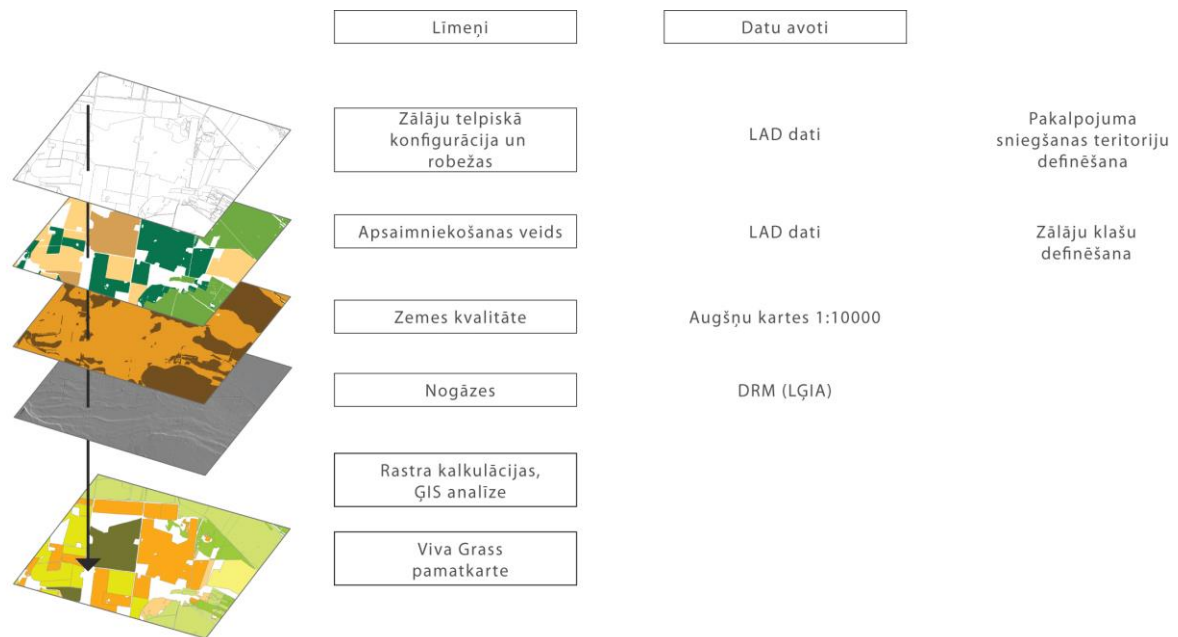
- līdzens reljefs ($0^\circ - 4^\circ$): nav augsnes erozija
- lēzenas nogāzes ($4^\circ - 10^\circ$): minimāla augsnes erozija
- stāvas nogāzes ($>10^\circ$): nozīmīgs augsnes erozijas potenciāls.

2. **Zālāju apsaimniekošanas veids:** viens no galvenajiem virzošajiem faktoriem zālāju ekosistēmu pakalpojumu dažāda nodrošinājuma potenciālam ir apsaimniekošanas intensitāte vai iejaukšanās augsnes virskārtā. Tādēļ 3 zālāju apsaimniekošanas veidi un aramzeme tika izdalīta ekosistēmu pakalpojumu ekosistēmu nodrošinājuma potenciāla analīzes pamatkartes izveidei:

- **Kultivētie zālāji:** kultivētie zālāji ir sētie zālāji (bieži ar monokultūrām - *Festuca sp.*, *Phleum sp.*, *Dactylis sp.*) un uzarti, bieži iekļaujot augu rotāciju un tie ir jaunāki par 5 gadiem. Zāles pļaušana sezonā tiek veikta vairākas reizes (līdz 4). Mēslošana ir arī izplatīts apsaimniekošanas veids lai saglabātu augstu ražību. Kultivētie zālāji tiek asociēti ar intensīvas apsaimniekošanas sistēmu.
- **Pastāvīgie (ilggadīgie) zālāji:** tie galvenokārt tiek definēti kā teritorijas, kur tiek audzēti zālāji dabiski vai ir kultivēti senāk par 5 gadiem. Šis zālāju tips reti tiek sēts, satur gan dabisko veģētāciju, gan kultivētās sugas. Ilggadīgie zālāji nav iekļauti augu rotācijā, bieži tiek izmantoti kā siena lauki un tiek netiek pļauti vairāk kā 2 reizes sezonā vai tiek izmantoti kā ganības. Pastāvīgie zālāji tiek saistīti ar zemas intensitātes apsaimniekošanas sistēmām.
- **Pusdabiskie jeb daļēji dabiskie zālāji:** izveidojas vairāku desmitu vai pat gadsimtu laikā zemes intensitātes apsaimniekošanas rezultātā un netiek sēti vai arti. Šiem zālājiem raksturīga augsta bioloģiskā daudzveidība (Bullock et al., 2011; Dengler un Rūsiņa, 2012) un tiek izmantoti kā zemes intensitātes ganības vai siena lauki (sezonā vienu reizi tiek veikta vēlā pļaušana), vai arī tiek apsaimniekoti tikai lai saņemtu agrovides atbalsta maksājumus (Vinogradovs et al., 2018).
- **Aramzemes:** ir definētas kā intensīvi apsaimniekotas lauksaimniecības zemes, kas tiek izmantotas ražas produkcijai, tiek vismaz vienu reizi sezonā uzartas un bieži tiek mēslošanas.

Zālāju klases pēc būtības neatspoguļo ekosistēmu pakalpojumu telpisko dimensiju. Kā norāda Walz et al. (2017), pakalpojumu nodrošinājuma teritoriju (SPAs) (3. nodaļa) izmantošana ir labākais ceļš kā telpiski atlasīt kompleksas ekoloģiskas sistēmas, kas saistītas ar ekosistēmu pakalpojumu apgādi. SPAs tiek definētas kā telpiski izdalītas vienības, kas ietver iekšējās ekosistēmas, to sabiedrības un dabiskos atribūtus. Vienība, kas tika izdalīta, lai definētu SPAs un kartētu ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciālu ir "galvenā agroekoloģiskā vienība" vai lauks, kas ietver zālāju telpisko konfigurāciju un robežas. Galvenās agroekoloģiskās vienības ir mazākās nozīmīgākās vienības, lai pieņemtu apsaimniekošanas lēmumu, kas tiek definētas kā nepārtrauktas teritorijas ar identisku zemes lietojumu.

Katrs no iepriekš minētajiem faktoriem ir reprezentēts kā viens atsevišķs telpiskais slānis un tika kombinēts ĢIS vidē izmantojot kartēšanas algebru un ĢIS apstrādes procesu. 6.2. attēlā ir parādīta ievaddatu avotu un mainīgo lielumu klasifikācija. Šī procesa rezultātā, 30 zālāju klases tika iegūtas (6.1. tabula). Papildus tām, 10 aramzemju klases un 10 pamesto zemju klases tika iekļautas, lai varētu veikt dažādu LULC izmaiņu scenāriju novērtējumu. SPAs, kas tika izveidotas šajā procesā, tika izmantotas ekosistēmu pakalpojumu **nodrošinājuma, regulēšanas un saglabāšanas novērtējumā.**



6.2. attēls. LIFE Viva Grass pamatkartes izstrādes darba plūsma.

6.2.1.2. Meklēšanas tabulas, kas balstītas uz ekspertu zināšanām (1. pakāpe)

Vienota zālāju tipoloģija un karte veido pamatu ekosistēmu pakalpojumu kartēšanā un novērtēšanā. Saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu, galvenajā līmenī tiek izmantotas meklēšanas tabulas balstoties uz ekspertu vērtējumu 1. pakāpē. Šīs tabulas nodrošina Viva Grass rīku ar kvalitatīvu ekosistēmu pakalpojumu apgādes novērtējumu, kas ir secīgi savietots ar Viva Grass pamatkarti un tiek atspoguļots interaktīvā ceļā gala lietotājiem Viva Grass pārskatā (6.2.2. apakšnodaļa). Turklāt, ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma punkti, kas iekļauti meklēšanas tabulās ir pamats daudz kompleksai analīzei, kā piemēram, kompromisi, kopas, karstie punkti un aukstie punkti (skatīt turpmākās apakšnodaļas).

LIFE Viva Grass ietvaros, meklēšanas tabulas ar ekspertu balstītu vērtējumu tika izmantotas lai novērtētu 13 ekosistēmu pakalpojumu apgādi atkarībā no *nodrošinājuma, regulēšanas un saglabāšanas kategorijām*. Ekosistēmu pakalpojumu apgādes novērtējums tika veidots trīs soļu procesā:

1. Pirmajā solī: starptautiskā ekspertu grupa atlasīja nozīmīgākos zālāju ekosistēmu pakalpojumus un vienu indikatoru atbilstoši ekosistēmu pakalpojumam.
2. Otrajā solī: eksperti individuāli veica ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma novērtējumu atbilstoši zālāju klasēm, balstoties uz kvalitatīvu ranžēšanu no 0 (nav nozīmīga ekosistēmu pakalpojumu apgāde) līdz 5 (ļoti augsta izvēlēta ekosistēmu pakalpojuma apgāde).
3. Trešajā solī: eksperti vienojās par ekosistēmu pakalpojumu apgādes vērtībām, izmantojot fokusgrupu diskusijas. Katrā fokusgrupu diskusijā katrs eksperts pamatoja savu individuālo atbildi grupai un bija iespējams pārvērtēt ekosistēmu pakalpojumus vēlreiz.

Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma procesa rezultātu kopa ir attēlota 6.1. tabulā.

6.1. tabula.

Meklēšanas tabulu no ekspertu balstītām zināšanām izvilcums, iekļaujot zālāju klases no 21 līdz 30. Kopumā 30 zālāju klases, 10 aramzemju klases un 10 pamesto zemju klases tika novērtētas.

Grassland classes	Provisioning					Regulation & Maintenance								
	Cultivated crops	Reared animals and their outputs	Fodder	Biomass-based energy sources	Herbs for medicine	Bio-remediation by micro-organisms, plants and animals	Filtration/storage/accumulation by ecosystems	Control of (water) erosion rates	Pollination and seed dispersal	Maintaining habitats for plant and animal nursery and reproduction	Weathering processes/soil fertility	Chemical condition of freshwaters	Global climate regulation	
21. Semi-natural grassland on plain relief, low soil fertility	0	1	1	1	5	4	2	0	5	5	2	3	4	
22. Semi-natural grassland on plain relief, medium soil fertility	0	2	2	2	4	5	3	0	5	4	3	4	4	
23. Semi-natural grassland on plain relief, high soil fertility	0	3	3	3	3	5	4	0	5	3	4	5	4	
24. Semi-natural grassland on plain relief, organic soils	0	3	3	3	4	5	4	0	5	4	0	3	5	
25. Semi-natural grassland on gentle slope, low soil fertility	0	1	1	1	5	4	2	4	5	5	2	3	4	
26. Semi-natural grassland on gentle slope, medium soil fertility	0	2	2	2	4	5	3	4	5	4	3	4	4	
27. Semi-natural grassland on gentle slope, high soil fertility	0	3	3	3	3	5	4	4	5	3	4	5	4	
28. Semi-natural grassland on gentle slope, organic soils	0	3	3	3	4	5	4	0	5	4	0	3	5	
29. Semi-natural grassland on steep slope, low soil fertility	0	1	1	1	5	4	2	5	5	5	2	3	4	
30. Semi-natural grassland on steep slope, medium soil fertility	0	2	2	2	4	5	3	5	5	4	2	4	4	

Lai vizualizētu ekosistēmu pakalpojumu apgādi telpiski Viva Grass rīkā, rezultāti no meklēšanas tabulu novērtējuma ir sasaistīti ar zālāju klasēm, kas definētas pamatkartē.

6.2.1.3. Kompromisi, kopas un karstie punkti (2. pakāpe)

Detalizēts kompromisu, kopu un karsto punktu koncepts ir aprakstīts 4. nodaļā. LIFE Viva Grass, kompromisu, kopu un karsto punktu analīze veido 2. pakāpi un pieļauj apsaimniekošanas lēmumu un politikas ietekmju holistisku novērtējumu dažādiem zālāju ekosistēmu pakalpojumiem. Šie analīžu rezultāti ir attēloti Viva Grass pārlūkā (6.2.2. apakšnodaļa).

Ekosistēmu pakalpojumu kopu atspoguļošanas mērķis ir palīdzēt Viva grass rīka lietotājam atrast specifiskas teritorijas, kur vairāki ekosistēmu pakalpojumi (kopas) reaģē (atbild) līdzīgi uz dažādu zemes apsaimniekošanu.

Lai novērtētu kādas ir ekosistēmu pakalpojumu kopas, tika veikta ekosistēmu pakalpojumu matricas galveno komponentu analīze. Līdzīgas analīzes ir veikuši Depellegrin et al. (2016), Nikolaidou et al. (2017) un Zhang et al. (2017) u.c.

Galvenā komponentu analīze parādīja 3 galvenos komponentus, kas saistās ar 3 kopām:

Dzīvotņu kopa: 4 ekosistēmu pakalpojumi mijiedarbojas šajā kopā: *augi medicīnai, apputeksnēšana un sēklu izklīde, dzīvotņu saglabāšana un globālā klimata regulēšana*. Viena pakalpojuma palielināšanās šajā kopā parasti nozīmē citu abu pakalpojumu attiecīgu palielināšanos. Piemēram, sugām bagātos zālajos parasti tiek atrasti daudzi augi ar medicīnisko vērtību. Turklāt, zālāju apsaimniekošana, kuras mērķis ir palielināt bioloģisko daudzveidību, piemēram, aršanas un mēslošanas samazināšana vai pārstāšana palielina oglekļa piesaisti augsnē, kas ir atslēgas pakalpojums klimata regulēšanā.

Produkcijas kopa: šajā kopā apvienojas 4 ekosistēmu pakalpojumi, kas ir cieši saistīti ar ekosistēmu produktivitāti: *audzētie dzīvnieki un to produkti, lopbarība, biomasas enerģijai un kultivētās kultūras*. Šajā kopā galvenā funkcija, kas virza šo četru ekosistēmu pakalpojumu produkciju ir neto primārā produkcija, vai biomasas produkcija. Tādēļ viena pakalpojuma palielināšanās šajā kopā parasti nozīmē citu abu pakalpojumu attiecīgu palielināšanos. Tomēr biomasas enerģijai ne vienmēr ir atkarīga no zālāju produktivitātes, bet arī no zālāju sugu kaloriju potenciāla. Tājā pat laikā, ir jāpiemin, ka pat ja šo četru ekosistēmu pakalpojumu potenciāls ir balstīts uz vienu funkciju – produktivitāti, tad faktiskā ekosistēmu pakalpojumu izmantošana var tikt izslēgt viens otru (piemēram, biomasas enerģijai un kultivēto kultūru produkcija var izslēgt biomasas ražošanu vai ganīšanu).

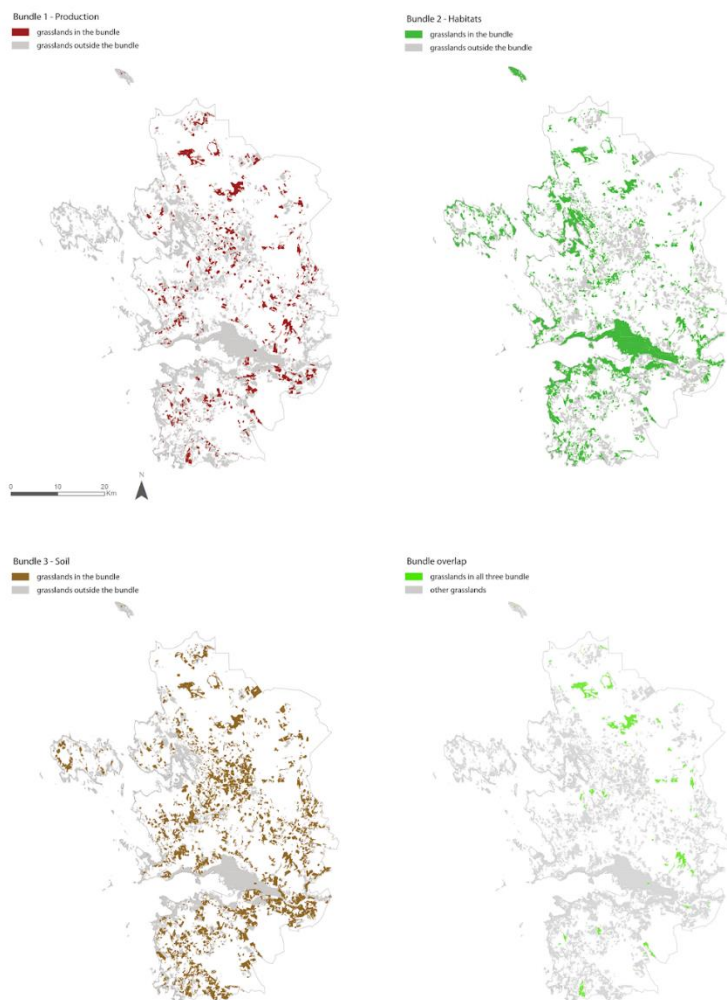
Augsnes kopa: šajā kopā apvienojas 5 ekosistēmu pakalpojumi, kas ir saistīti ar augsnes funkciju nozīmi ekosistēmu procesos: *erozijas kontrole, saldūdens ķīmiskie apstākļi, bioremediācija, ekosistēmu filtrācija/uzglabāšana/akumulācija un dēdēšanas procesi – augsnes auglība*. Viena pakalpojuma palielināšanās šajā kopā parasti nozīmē citu pakalpojumu attiecīgu palielināšanos.

Papildus vienkāršai ekosistēmu pakalpojumu kopu identificēšanai, ir būtiski vizualizēt to telpisko konfigurāciju, lai savietotu šo konceptu ar plānošanas procesiem. LIFE Viva Grass projektā zālāji tika kartēti kā piederīgi noteiktai kopai ja visi ekosistēmu pakalpojumi kopā noteiktā zālājā ir vērtēti virs 2.5 punktiem (6.3. attēls). Kopas analīze pārklājas ar noteiktu kompromisu atklāšanu, piemēram, lauksaimniecības intensifikācija, piemēram, izmainot zālāju saglabāšanas pieeju tajos pašos biofizikālajos apstākļos var ietekmēt pakalpojumus produkcijas kopā un samazināt ekosistēmu pakalpojumus dzīvotņu kopā. Galvenais virzītājs aiz kompromisiem zālajos ir apsaimniekošanas veids, kas nozīmē cilvēka faktoru, kuru vienīgi iespējams ietekmēt ar plānošanas lēmumiem.

Auksto/karsto punktu analīzes rezultāti ir iegūstami Viva Grass pārlūkā un var sniegt lietotājam raksturojošu informāciju par ekosistēmu pakalpojumu potenciāla uzskaiti izvēlētajās agroekosistēmās. Aukstie punkti ir telpiskas vienības, kas nodrošina ekosistēmu pakalpojumu lielu skaitu zemās vai ļoti zemās vērtībās. Karstie punkti ir telpiskas vienības, kas nodrošina ekosistēmu pakalpojumus augstās vai ļoti augstās vērtībās. Pakalpojumu skaits ar noteiktām interešu vērtībām (zemas/augstas) tika iegūtas no ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma matricas. Auksto/karsto punktu analīze ir ļoti papildinoša kompromisu analīzei. Piemēram, aukstākās teritorijas nesatur nekādus kompromisus - gan ekosistēmu pakalpojumu produkcija, gan regulēšana uzrāda zemas vērtības. Ainavu plānotājiem ir jāpievērš uzmanība

aukstajiem punktiem kā konfliktu teritorijām starp divām vai vairāk ainavu funkcijām, kuras agroekosistēmās var tikt raksturotas ar nepiemērotu apsaimniekošanas veidu pie noteiktiem dabiskajiem apstākļiem. Vidēji aukstie punkti galvenokārt parāda vienu kompromisu, un plānošanas lēmumi ir jābalsta uz tiem.

Lēmumu pieņemējiem ir jāpievērš uzmanība arī karsto punktu teritorijām, jo tām ir augsta aizsardzības vērtība un augsta jutīgas un neaizsargātas. Karstākie punkti atbilstoši Viva Grass rīka novērtējumam arī var nesaturēt kompromisus jo tiem ir augstas vērtības starp konkurējošām ekosistēmu pakalpojumu kopām. Augsta neaizsargātība šīm agroekosistēmām ir saistīta ar to kapacitāti lai iegūtu augstu produkciju intensīvā lauksaimniecībā.



6.3. attēls. Zālāju kopas Viva Grass pilotteritorijā: Lääne novads (Rietumigaunijā).

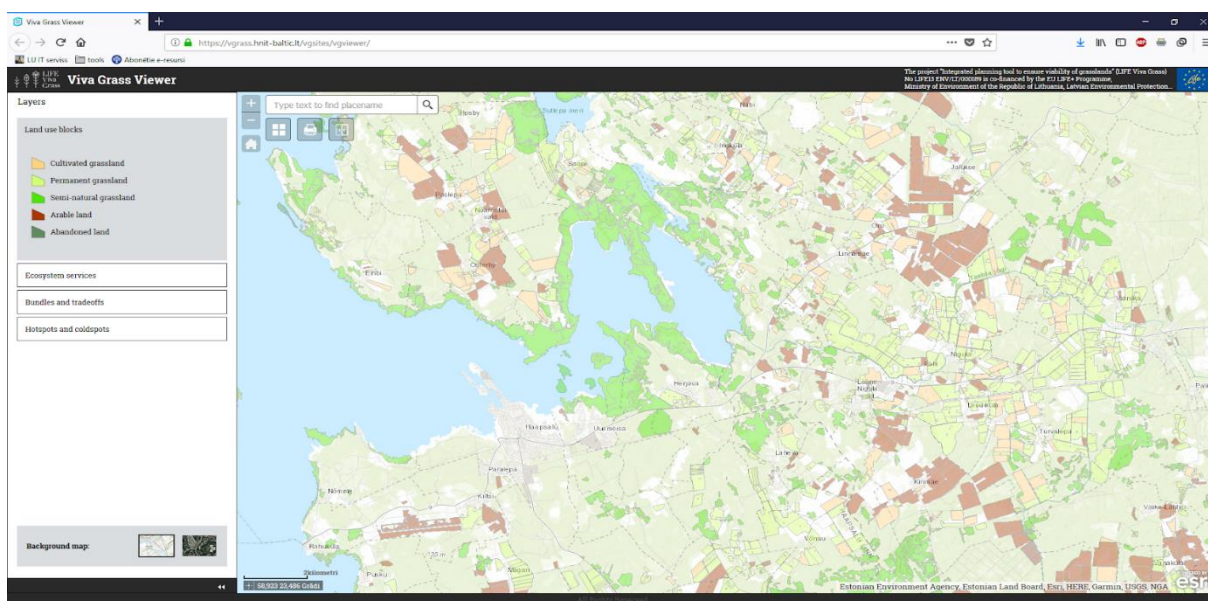
6.2.2. Viva Grass pārlūks

Viva Grass viewer jeb Viva Grass pārlūks ir Viva Grass rīka pamatmodulis, kas pieejams sabiedrībai ar mērķi vizualizēt ekosistēmu pakalpojumu apgādes jeb nodrošinājuma potenciāla kartēšanas un novērtēšanas rezultātus, kā arī ekosistēmu pakalpojumu grupēšanu kopās un mijiedarbību agroekosistēmās.

Viva Grass pārlūkā nodoms ir sniegt informāciju un veikt izglītošanu, kur lietotājam ir pieeja iepazīties ar ekosistēmu pakalpojumu pieeju, ekosistēmu pakalpojumu apgādes telpisko izplatību atkarībā no dabiskajiem apstākļiem un apsaimniekošanas veida.

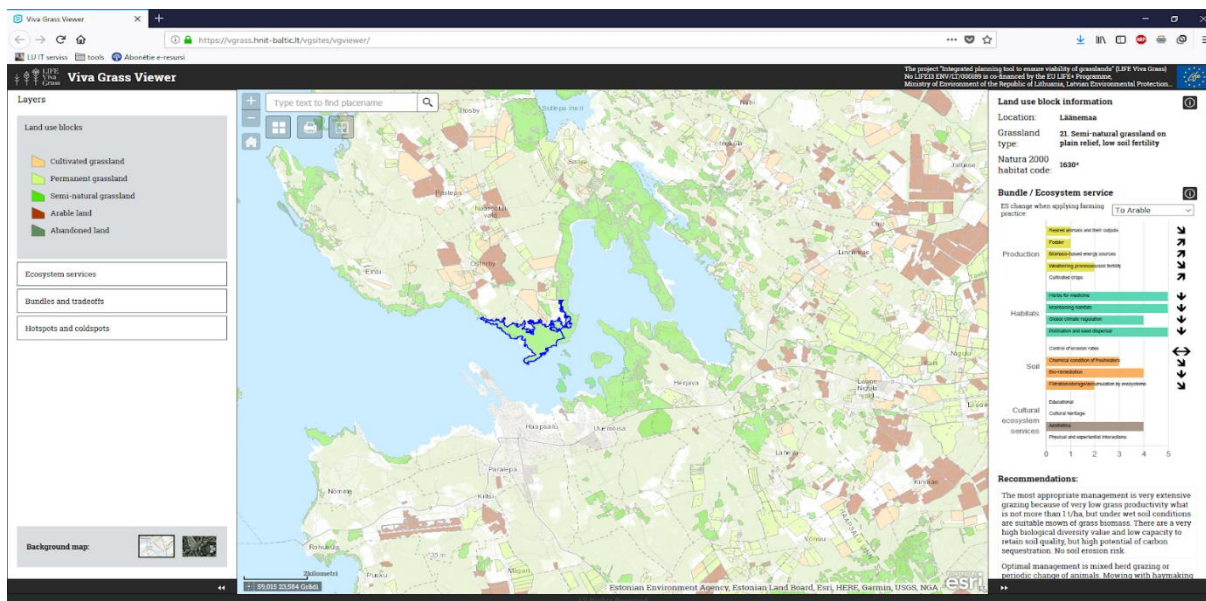
Viva Grass pārlūks ir organizēts tā, lai reprezentētu datu slāņa izlēgšanu (vienā laikā) vai pielietojot “vilkšanas” (angliski – swipe) vai “dubultekrāna” (angliski – double screen) iespējas lai vienlaicīgi reprezentētu divus konteksta datu slāņus. Konteksta datu slāņi, kas pieejami Viva Grass pārlūkā ir lauksaimniecības zemju lietojuma veids, izvēlēto ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāls, to kopas un kompromisi, aukstie/karstie punkti.

Noklusējuma skats (6.4. attēls) pārlūkā ir pamatkarte ar zemes lietojuma datiem no IACS datubāzes, kas reprezentē galvenās zemes lietojumu klases agroekosistēmās: zālāji – pusdabiskie jeb daļēji dabiskie, pastāvīgie jeb ilggadīgie, kultivētās un aramzemes. Attiecīgi, ja ir pieejami dati, tad pamesta lauksaimniecības zeme arī tiek atspoguļota.



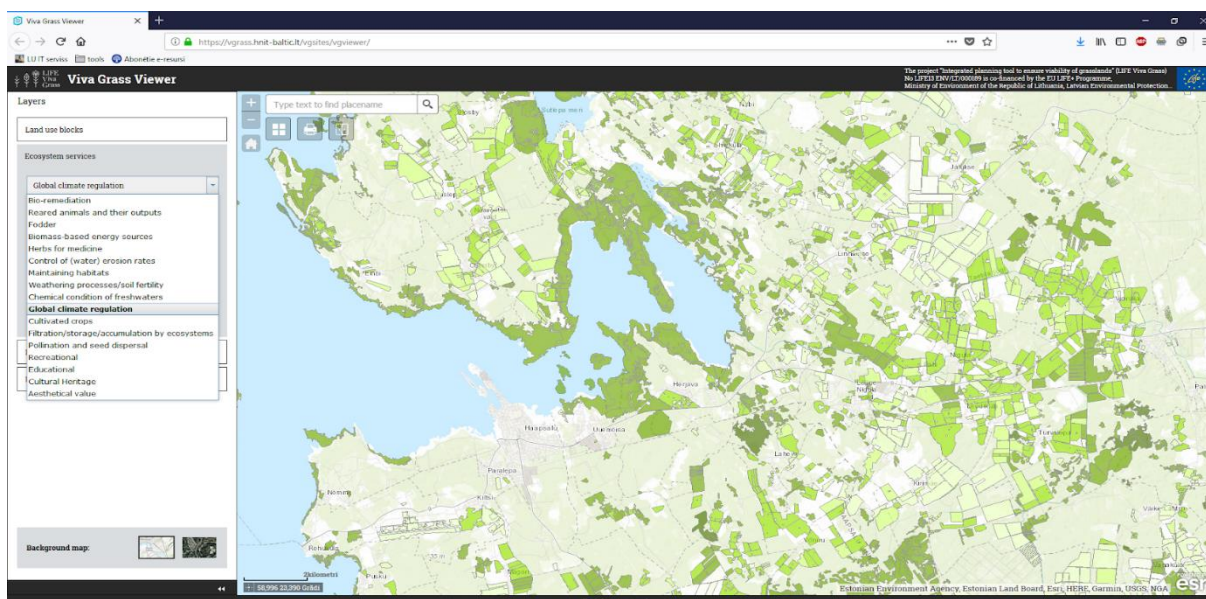
6.4. attēls. Viva Grass pārlūka noklusējuma skats – zemes lietojuma veids.

Uzklīkšķinot uz interesējošo lauka bloku, lietotājs var redzēt izvēlēta lauka ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciālu. Informatīvos un izglītojošos nolūkos lietotājs var izmainīt zemes lietojuma tipu, lai parādītu izmaiņas pakalpojuma apgādes potenciāla izmaiņas zemes lietojuma veida rezultātā. Īsi apraksti un rekomendējošās saglabāšanas prakses apraksti ir parādīti 6.5. attēlā.



6.5. attēls. Zemes lietojuma veida izmaiņu opcijas.

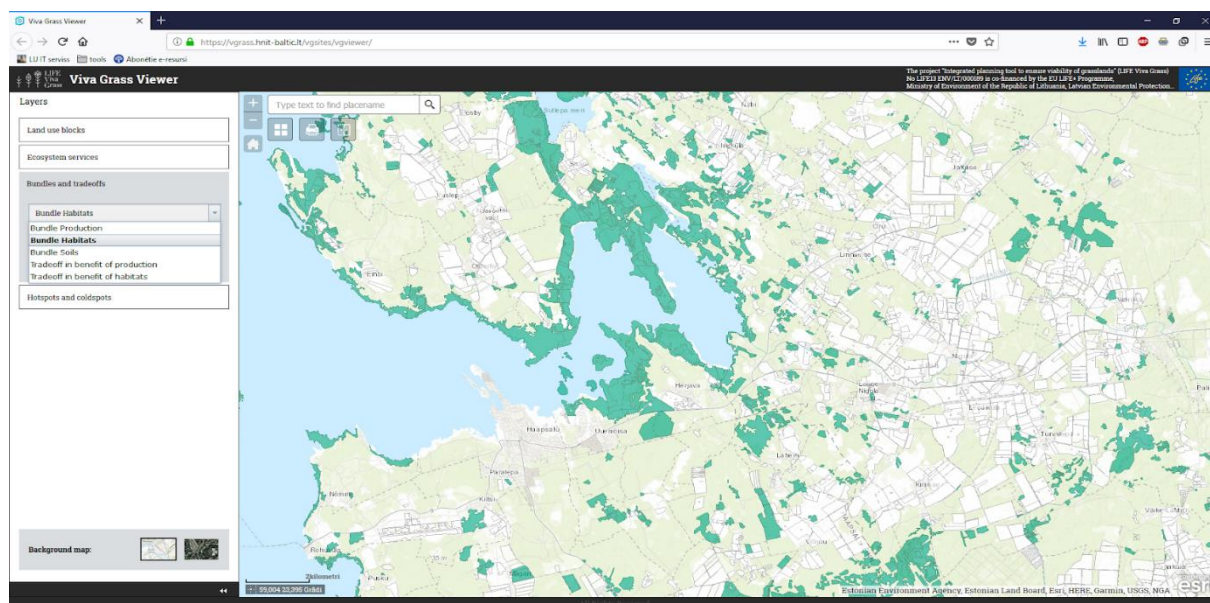
Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāls ir konteksta datu slānis, kas ļauj lietotājam izskaidrot kartēšanas un novērtēšanas rezultātus no izvēlētajiem ekosistēmu pakalpojumiem izvēloties vienu nolaižamā saraksta izvēlē (angliski – drop-down menu) (6.6. attēls). Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla kartēšanas un novērtēšanas teorija un metodika ir aprakstīta 3. nodaļā.



6.6. attēls. Izvēlēto ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla nolaižamās izvēlnes (angliski – drop-down) skats.

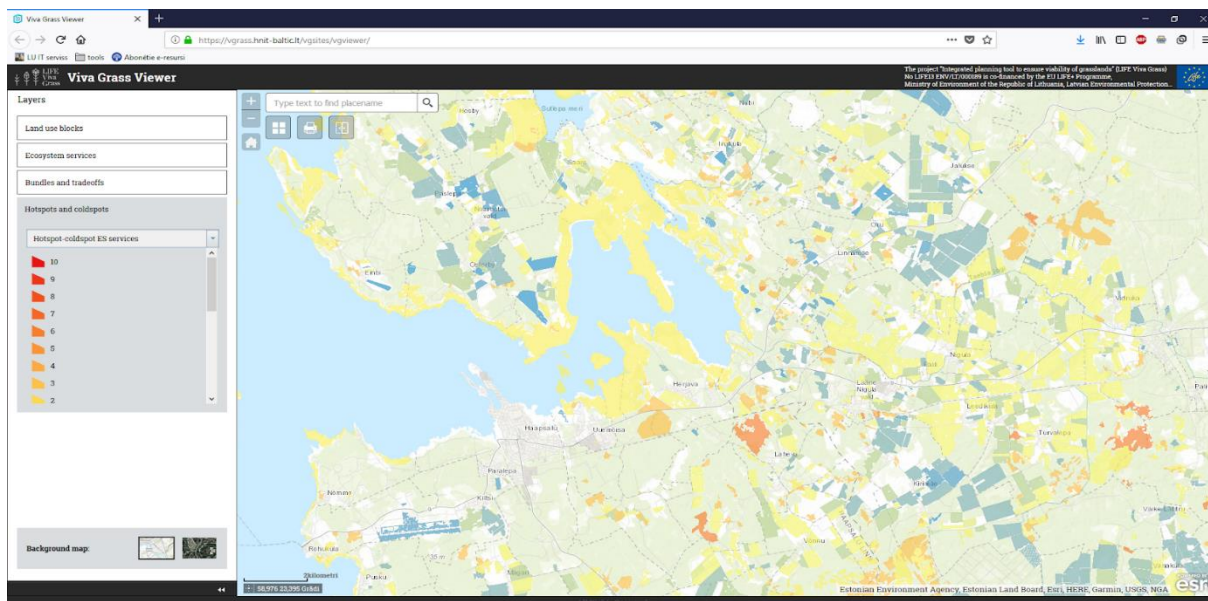
Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla kopas un kompromisi ir konteksta datu slānis, kas reprezentē telpisko grupēšanos un mijiedarbības starp ekosistēmu pakalpojumiem. Lietotājs var izskaidrot noteiktas grupēšanās un mijiedarbības, izvēloties vienu no nolaižamās izvēlnes (angliski - drop-down menu) (6.7. attēls). Pieejamās izvēles ir saistītas arī ar iekļaušanos noteiktā kopā vai arī ja piemīt viens vai divi iespējamie kompromisi.

Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla mijiedarbības kartēšanas un novērtēšanas teorija un metodika ir aprakstīta 4. nodaļā.



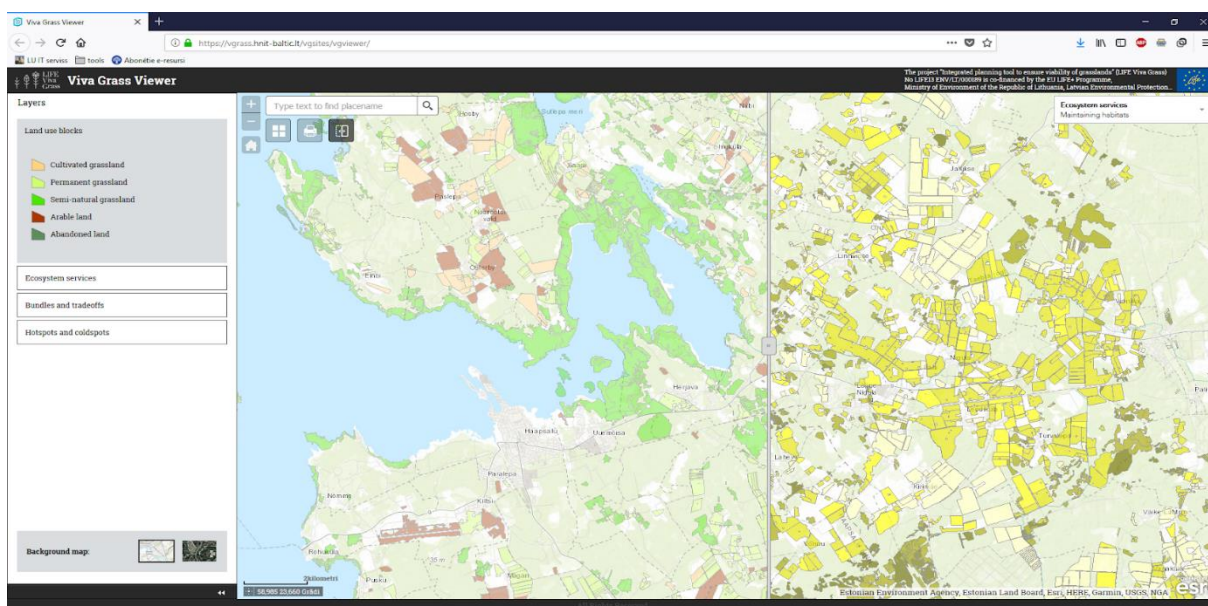
6.7. attēls. Izvēlēto ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla kopu un kompromisu nolaižamās izvēlnes (angliski – drop-down) skats.

Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla auksto/karsto punktu datu konteksta slānis reprezentē ekosistēmu pakalpojumu skaitu ar zemām vai augstām vērtībām. Lietotājs var skaidrot ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla dažādas karsto/auksto punktu reprezentācijas izvēloties vienu no nolaižamās izvēlnes (angliski - drop-down menu) (6.8. attēls). Noklusējuma izvēle ir karstie/aukstie punkti – kombinētā vērtība no ekosistēmu pakalpojumu skaita ar augstām vērtībām un ekosistēmu pakalpojumu skaita ar zemām vērtībām. Šī izvēle sniedz galveno pārskatu uz teritoriju saistībā ar esošo ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciālu. Lai iegūtu specifisku pārskatu saistībā ar teritorijas raksturu trūkumu un pārpilnību kontekstā par ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciālu, lietotājs var izdarīt attiecīgo izvēli – karstie punkti (angliski – hotspots) vai aukstie punkti (angliski – coldspots), lai parādītu novērtēto ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla ((1-5) vērtības) kombināciju.



6.8. attēls. Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla auksto un karsto punktu nolaižamās izvēlnes (angliski – drop-down) skats.

Lai varētu vienlaicīgi izskaidrot divus konteksta slāņus un parādītu to telpiskās mijiedarbības uz ekrāna, lietotājs var izvēlēties vilkšanas (angliski – swipe) rīku, kur tas ir iespējams lai novilkta vienu kartes atvērumu starp diviem slāņiem (6.9. attēls).



6.9. attēls. Vilkšanas (angliski – swipe) rīks.

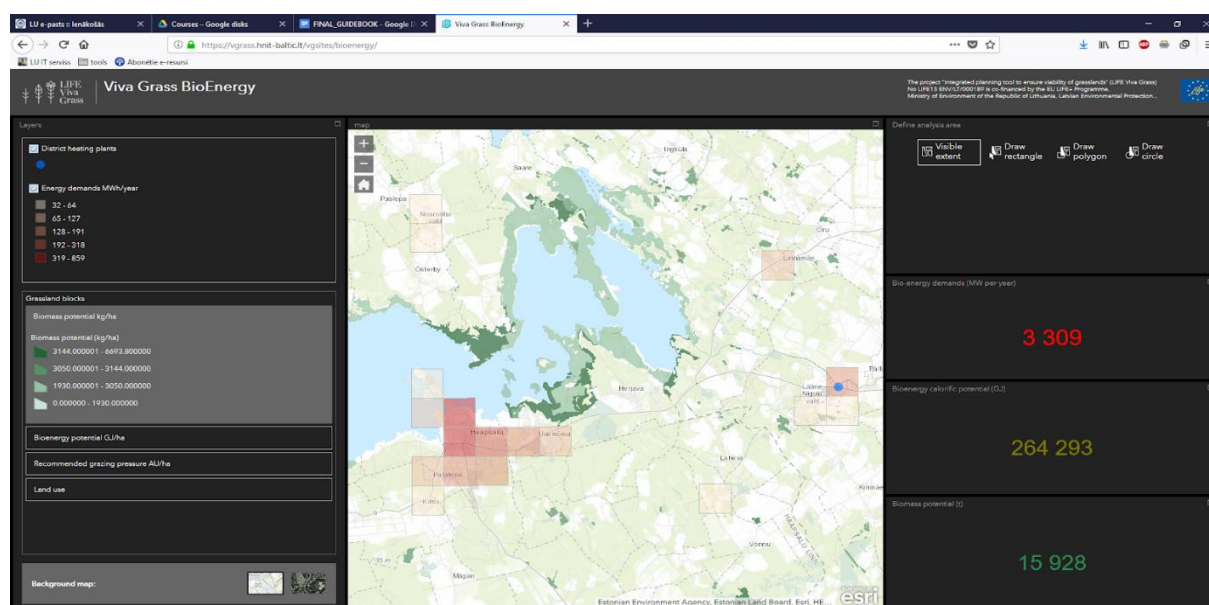
6.2.3. Viva Grass bioenerģijai

LIFE Viva Grass bioenerģijas modulis ir izzveidots, lai novērtētu zālāju veidotos enerģijas resursus (teritorijas, produkcija, rajonu apkures kaloriju potenciāls) un nozīmīgu informāciju plānotājiem/ieinteresētajām personām par teritorijām ar augstāko zāles potenciālu enerģijai (prioritizēšana). Zālājiem kā cietajam biomasas kurināmajam ir potenciāls enerģijas ražošanai. Šim mērķim zālāji tiek speciāli kultivēti, vai arī zāle tiek aizvākta no ilggadīgajiem zālājiem

un daļēji dabiskajām plāvē. Zāle var tikt sadedzināta koģenerācijas stacijās siltuma ražošanai. Daudzos gadījumos zāles ķīpu lietošana kurināšanai ir kā iespējama alternatīva biomasas resursiem, kā piemēram, šķeldai. Neizmantotie biomasas resursi, kas rodas daļēji dabisko zālāju apsaimniekošanas rezultātā dažās dabas aizsargājamās teritorijās, paliek laukā un tiek “izšķērdēti”.

Viva Grass bioenerģijas modelī pielietoti papildus avoti informācijai, lai uzlabotu gan pamatarti, gan ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu. 10 daļēji dabisko zālāju klases (6.1. tabula) ir pilnveidotas ar informāciju par pielikuma 1 dzīvotņu piederības tipu. Tālāk kvantitatīvie dati, kas apkopoti no zinātniskās literatūras avotiem ir savienoti ar pielikuma 1 dzīvotņu tipiem. Tādējādi rīks var nodrošināt detalizētu informāciju lietotājam par vidējo biomasas produkciju un vidējo zāles kaloriju enerģiju attiecīgajā daļēji dabiskā zālāja tipā.

Viva Grass bioenerģijas modulis ir pieejams ikvienam, veicot reģistrāciju. Reģistrētiem lietotājiem rīks ļauj veikt izvēli un summēt bioenerģijas potenciālu no dažādiem zālājiem. Papildus, rīks nodrošina informāciju par izvēlēto zālāju esošo apsaimniekošanas stāvokli, kā arī informāciju par niedru piejaukumu un rekomendēto ganīšanas slodzi vai spiedienu uz dzīvotņu tipu.



6.10. attēls. Viva Grass bioenerģijas modulis.

6.2.4. Viva Grass plānotājs

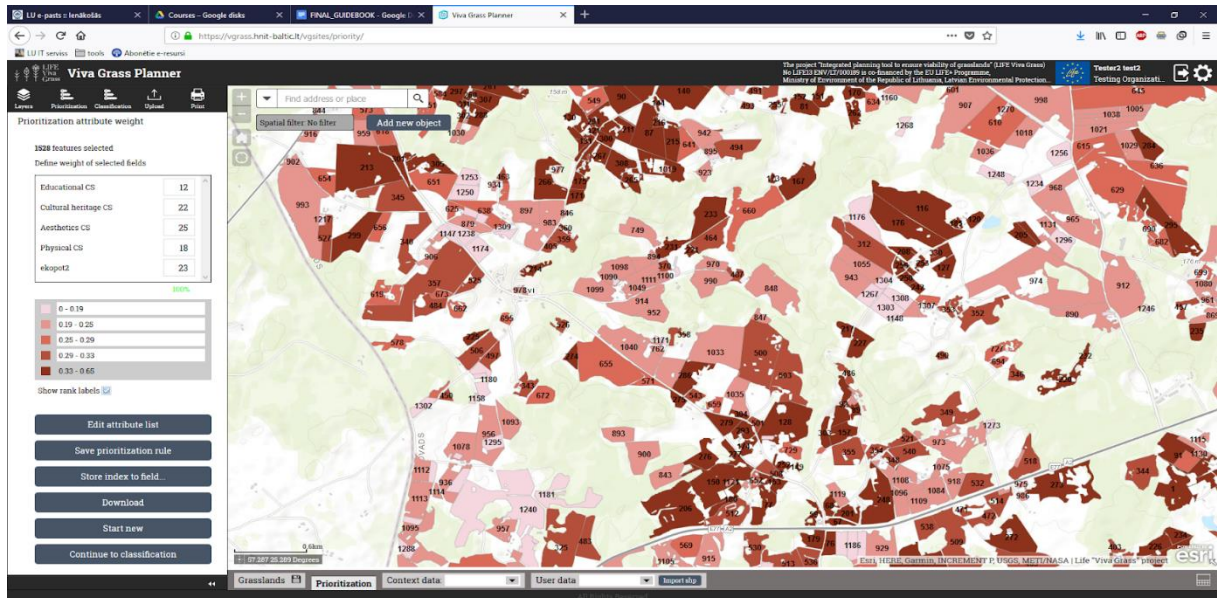
Viva Grass plānotājs ir lēmumpieņemšanas atbalsta sistēma, kas veidota lai operacionalizētu ekosistēmu pakalpojumu konceptu telpiskajā plānošanā. Viva Grass plānotājs ir pieejams reģistrētiem lietotājiem. Reģistrēšanos nodrošina sistēmas administrators.

Viva Grass plānotājs sastāv no diviem pamata apakšmoduļiem, kas veidoti lai veiktu prioritizāciju, klasifikācijas funkcijas un sekojošu rezultātu reprezentāciju kartē, kā arī ar iespējamību eksportēt apstrādātos datus.

Prioritizācija tiek veikta šādos soļos: izvēloties kritēriju, veicot kritēriju svēršanu un rezultātu atspoguļošanu. Kritēriji var tikt izvēlēti no pieejamajiem atribūtiem, kas sastāv no ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma (3. nodaļa) vai no papildus datiem, kurus pievieno lietotājs, saturot specifiskus piemēru atribūtus. Lai attēlotu relatīvu nozīmību izvēlētajam kritērijam, rīka lietotājs var piešķirt vērtības no 0-100%, līdz ar to visai procentuālajai summai jābūt vienādai ar 100% (6.11. attēls). Viena komponenta svars var tikt aprēķināts, aprēķinot vidējo vērtību

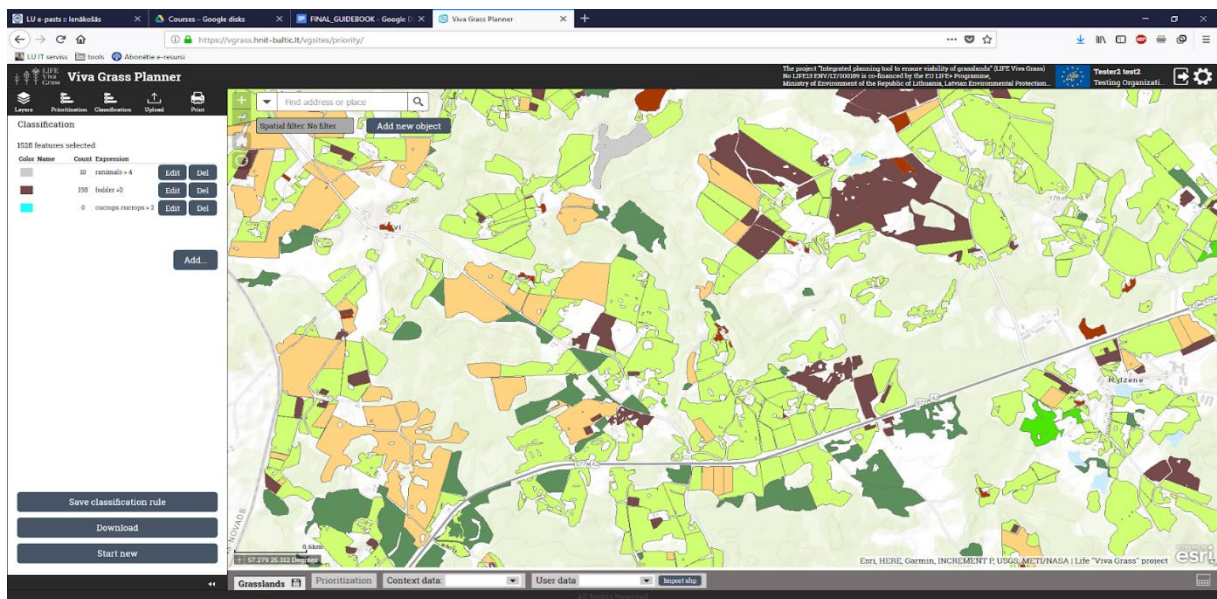
no normalizētajām vērtībām un palielinot ar lietotāja definēto svaru. Kopējām komponentu svaram jābūt 100%. Kopējā svara indekss ir izvēlēto komponentu summa.

Rezultātā kopējais svara indekss var tik turpmāk iedalīts divās prioritārajās kategorijās. Lai veiktu alternatīvu gala prioritizāciju, papildus klasifikācija ir jāveic norādot papildus datus, kas specificēti uzdevuma pieprasījumā.



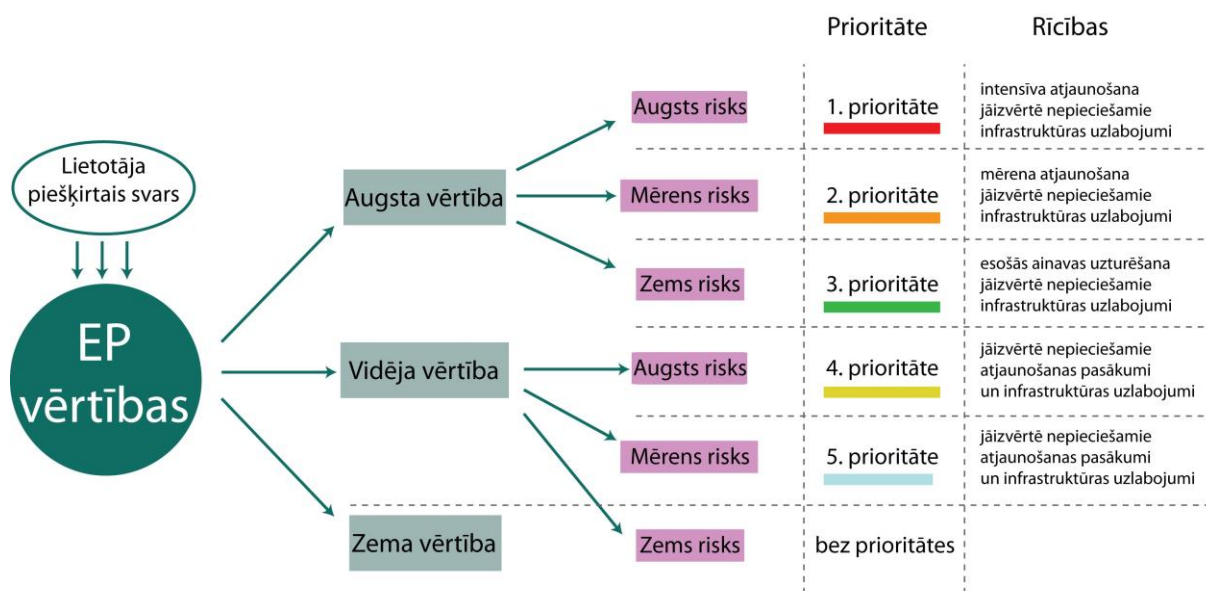
6.11. attēls. Kritēriju svēršana Viva Grass plānotājā.

Klasifikācija ir datu ranžēšana, balstoties uz atlasītajiem atribūtiem un var tikt veikta, pamatojoties uz veikto prioritizāciju un patstāvīgo sistēmu. Lai veiktu klasifikāciju, ir nepieciešamas noteikta līmeņa GIS iemaņas, kā tas tiek prasīts SQL sintakses izteiksmē (6.12. attēls). Lietotājam ir jāzina arī datu struktūra.



6.12. attēls. Klasifikācijas veikšana Viva Grass plānotājā.

Lai atspoguļotu Viva Grass plānotāja lietošanu, ir sagatavotas vairākas aplikācijas tā pilnai funkcionalitātei saistībā ar noteiktiem LIFE Viva Grass projekta uzdevumiem. Viens piemērs ir ainavu plānošanas lēmuma atbalsts, kur atbilstoši noteiktiem ekspertu izveidotiem kritērijiem (6.2. tabula), tiek veikta lauksaimniecības zemju prioritizācija un klasifikācijas aprēķins, un tiek piedāvāta turpmāka ainavu apsaimniekošanas intensitāte. Ainavu apsaimniekošanas lēmuma atbalsta darba plūsma ir attēlota 6.13. attēlā.



6.13. attēls. Ainavu apsaimniekošanas lēmuma atbalsta darba plūsma.

6.2. tabula.

Noteiktie un kartētie kritēriji ainavu plānošanas modulim.

Kritēriji	Tipi	Apraksts
Fiziskās un pieredzes mijiedarbības	Kultūras ekosistēmu pakalpojumi	Atpūtas objektu un teritoriju tuvums
Izglītošanas vērtība	Kultūras ekosistēmu pakalpojumi	Izglītošanas objektu un teritoriju tuvums
Kultūras mantojuma vērtība	Kultūras ekosistēmu pakalpojumi	Kultūras mantojuma objektu un teritoriju tuvums
Ainavu estētiskā vērtība	Kultūras ekosistēmu pakalpojumi	Izvēlētās ainavu pazīmes (ainavas atvērtība, reljefa saposmotība, ūdenstilpju un ūdensteču tuvums, zemes lietojuma raksturs un apkārtnes zemes lietojuma raksturs)

Ekoloģiskā vērtība	Apkopotās ekosistēmu pakalpojumu vērtība	Ekosistēmu pakalpojumu dzīvotņu kopas vidējā vērtība
Lauksaimniecības zemju pamešanas risks	Kombinētais indikators	Lauksaimniecības zemes agroekoloģiskā kvalitāte, fermu, ceļu un apdzīvojuma tuvums
Sosnovska latvāņa invāzijas risks	Kombinētais indikators	Invadēto vietu tuvums

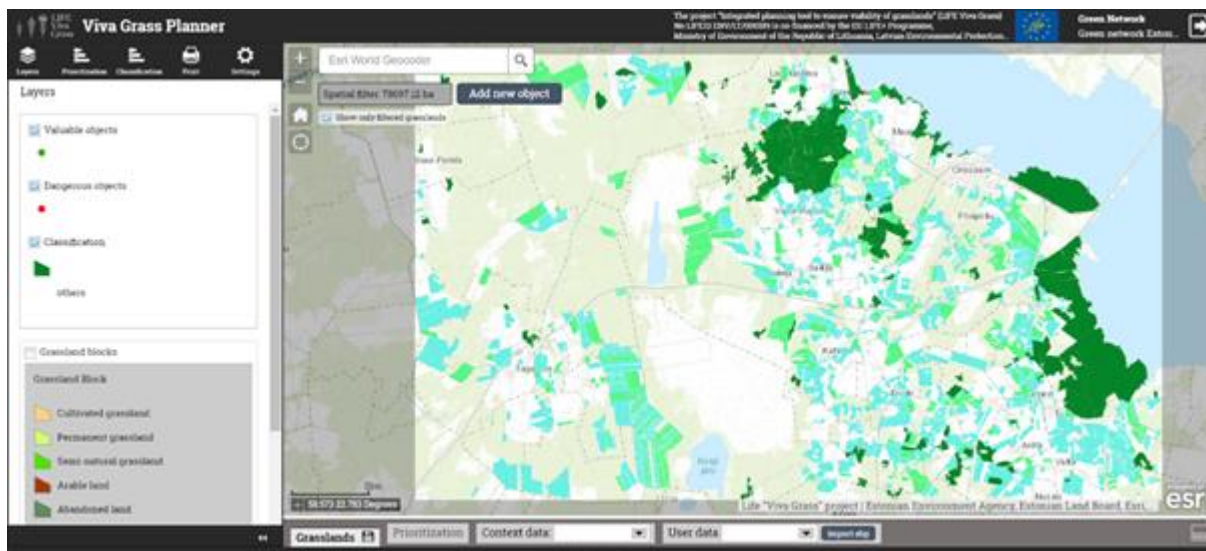
Lai pārliecinātos par veikto analīžu kvalitāti, ir nodrošināta datu rediģēšana un papildus datu pievienošana. Lietotājs var veikt rediģēšanu un uzkrāt informāciju par dabas apstākļiem izvēlētajā laukā, ja ir pieejama precīzāka informācija. Ekosistēmu pakalpojumu apgādes potenciāla un mijiedarbības starp ekosistēmu pakalpojumiem aprēķins tiek pārrēķināts un uzlabots Viva Grass rīkā un turpmāk tiek uzkrāti lietotāja profilā. Viva Grass plānotajā ir iespējams izmantot WMS, lai lietotu pielāgotās pamatkartes un pievienotu pielāgotos datus kā konteksta slāni.

Otra aplikācija ir izveidota balstoties uz klasifikācijas rīku Viva Grass plānotajā. Lai ievadītu plānotājus zaļo tīklu (angliski – Green network (GN)) piesaistei lauku pašvaldību ģenerālplānojumos, Viva Grass plānotājs nodrošina trīs iepriekš paredzētos scenārijus. Scenāriji tiek saprasti kā aizsargājamo zālāju pakāpeniska palielināšanās (vai samazināšanās) iekļaušanas pakāpe un aizsardzība zaļajā tīklā. Lietotājam ir iespēja izvēlēties šos scenārijus izmantojot Viva Grass plānotāja klasifikācijas funkciju vai izveidot jaunus klasifikācijas noteikumus. Zaļo tīklu scenāriji un kritēriji tiek izmantoti zālāju iekļaušanai scenārijus, kas ir zemāk aprakstīti. 6.14. attēls parāda zaļo tīklu aplikāciju Viva Grass plānotajā.

1.scenārijs. Tukšais minimums: tikai zālāji dzīvotņu kopā tiek iekļauti 1. scenārijā.

2.scenārijs. Vidēja ekoloģiskā saskaņotība: zālāji dzīvotņu kopā un zālāji, kuros sastopamas aizsargājamās sugas tiek iekļauti 2. scenārijā.

3.scenārijs. Augsta ekoloģiskā saskaņotība: zālāji dzīvotņu kopā, zālāji augsnes kopā un zālāji, kuros sastopamas aizsargājamās sugas tiek iekļauti 3. scenārijā. Tas parāda ideālo scenāriju vairāku ekosistēmu pakalpojumu apgādes ziņā un augstāko iespējamo pakāpi ekosistēmu pakalpojumu apgādē.



6.14. attēls. Viva Grass plānotāja klasifikācijas rīkā parādītie zaļā tīkla scenāriji. 1. scenārijs (tukšais minimums) ir parādīts tumši zaļā krāsā; 2. scenārijs (vidēja ekoloģiskā saskaņotība) ir gaiši zilā krāsā; 3. scenārijs (augsta ekoloģiskā saskaņotība) ir gaiši zaļā krāsā.

Scenāriju balstītas plānošanas pamatā ir izvairīties no stingra novērtējuma un piedāvāt elastīgu metodi, kas atbilst vietējo ieinteresēto personu viedokļiem un vēlmēm.

Zaļā tīkla rīka galvenais mērķis ir vizuāli un telpiski izskaidrot zālājus, kas vislabāk var radīt sinerģijas, iekļaujot tos zaļajā tīklā. Šī rīka uzdevums nav piedāvāt stingrus projektēšanas un plānošanas noteikumus, bet gan nodrošināt nepieciešamo pamatu apzinātu lēmumu pieņemšanai.

Ieteicamā literatūra:

- Brown, C., Potschin-Young, M., Burns, A., Arnell, A., 2018. Road-map for ecosystem assessment with good practice examples - A framework for an Integrated Ecosystem Assessment. Milestone MS22. EU Horizon 2020 ESERALDA Project, Grant agreement No. 642007 URL: http://www.esmeralda-project.eu/getatt.php?filename=ESMERALDA_MS22_Integrated%20Ecosystem%20Assessment_14851.pdf.
- Bullock, J., Jefferson, R., Blackstock, T., Pakeman, R., Emmett, B., Pywell, R., Grime, J., Silvertown, J. 2011. Semi-natural grasslands. [UK National Ecosystem Assessment. Understanding nature's value to society. Technical Report.]UNEP-WCMC, Cambridge. pp. [In English]
- Dengler, J., Rūsiņa, S., 2012. Database Dry Grasslands in the Nordic and Baltic Region. Biodiversity & Ecology 4: 319-320. <http://dx.doi.org/10.7809/b-e.00114> <https://doi.org/10.7809/b-e.00114>
- Depellegrin, D., Pereira, P., Misiunė, I., Egarter-Vigl, L., 2016. Mapping ecosystem services potential in Lithuania. International Journal of Sustainable Development & World Ecology 23 (5): 441-455. <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2016.1146176> <https://doi.org/10.1080/13504509.2016.1146176>
- Dunford, R., Harrison, P., Smith, A., Dick, J., Barton, D., Martin-Lopez, B., Kelemen, E., Jacobs, S., Saarikoski, H., Turkelboom, F., Verheyden, W., Hauck, J., Antunes, P., Aszalós, R., Badea, O., Baró, F., Berry, P., Carvalho, L., Conte, G., Czucz, B., Blanco,

- G., Howard, D., Giuca, R., Gomez-Baggethun, E., Grizetti, B., Izakovicova, Z., Kopperoinen, L., Langemeyer, J., Luque, S., Lapola, D., Martinez-Pastur, G., Mukhopadhyay, R., Roy, S., Niemelä, J., Norton, L., Ochieng, J., Odee, D., Palomo, I., Pinho, P., Priess, J., Rusch, G., Saarela, S., Santos, R., der Wal, J., Vadineanu, A., Vári, Á., Woods, H., Yli-Pelkonen, V. 2017. Integrating methods for ecosystem service assessment: Experiences from real world situations. *Ecosystem Services*: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.014>
- Grêt-Regamey, A., Weibel, B., Kienast, F., Rabe, S., Zulian, G., 2015. A tiered approach for mapping ecosystem services. *Ecosystem Services* 13: 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.008>
 - Smith, A., Harrison, P., Soba, M., Archaux, F., Blicharska, M., Egoh, B., Erős, T., Domenech, N., György, Á., Haines-Young, R., Li, S., Lommelen, E., Meiresonne, L., Ayala, L., Mononen, L., Simpson, G., Stange, E., Turkelboom, F., Uiterwijk, M., Veerkamp, C., de Echeverria, V. 2017. How natural capital delivers ecosystem services: A typology derived from a systematic review. *Ecosystem Services* 26: 111-126. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.006>
 - Soukup, T., Feranec, J., Hazeu, G., Jaffrain, G., Jindrova, M., Kopecky, M., Orlitova, E., 2016. Chapter 11 CORINE Land Cover 2000 (CLC2000): Analysis and Assessment. [European Landscape Dynamics.]. pp. <http://dx.doi.org/10.1201/9781315372860-12>
 - Vinogradovs, I., Nikodemus, O., Elferts, D., Brūmelis, G., 2018. Assessment of site-specific drivers of farmland abandonment in mosaic-type landscapes: A case study in Vidzeme, Latvia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 253: 113-121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.016> <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.016>
 - Walz, U., Syrbe, R., Grunewald, K., 2017. Where to map? In: Burkhard B, Maes J (Ed.) [Mapping Ecosystem Services.] Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria. 374 pp. [In English]