



Metodoloģiskās vadlīnijas zālāju ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai un novērtēšanai



Autori:

Ilze Kalvāne, Baltijas Vides Forums
Benjamin Burkhard, Ķīles Universitāte
Anda Ruskule, Baltijas Vides Forums
Edgars Bojars, Baltijas Vides Forums

Ziņojumu citēt:

Kalvāne, I., Burkhard, B., Ruskule, A., Bojars, E. 2014. Metodoloģiskās vadlīnijas zālāju ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai un novērtēšanai. Baltijas Vides Forums, lpp.32

Vāka fotogrāfiju autori: Dace Iraids, Anda Ruskule

Ziņojuma izstrāde veikta ar Latvijas Vides aizsardzības fonda un Baltijas Vides Foruma finansiālu atbalstu.

Saturs

IEVADS	4
Dokumentā lietotie termini.....	5
Dokumentā lietotie saīsinājumi.....	5
1. ZĀLĀJU EKOSISTĒMU PAKALPOJUMI UN TO NOVĒRTĒŠANA.....	6
1.1. Ekosistēmu pakalpojumu koncepcija	6
1.2. Saimnieciskās darbības ietekme uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.....	8
1.3. Zālāju ekosistēmas pakalpojumu klasifikācija	9
1.3.1. Apgādes zālāju ekosistēmas pakalpojumi.....	10
1.3.2. Regulējošie zālāju ekosistēmu pakalpojumi	10
1.3.3. Zālāju ekosistēmu sniegtie kultūras pakalpojumi	11
1.4. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana	13
2. VADLĪNIJAS EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU KARTĒŠANAI UN NOVĒRTĒŠANAI PAŠVALDĪBU LĪMENĪ	14
2.1. Telpiskie dati, kas nepieciešami ekosistēmas pakalpojumu biofizikālajai kartēšanai.....	15
2.2. Ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšana un modelēšana.....	16
2.2.1. Ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšana.....	16
2.2.2. Modelēšana	17
2.2.3. Telpiskais un laika mērogs	17
2.3. Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma novērtēšana	18
2.4. Zālāju ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas iespējas.....	22
3. VADLĪNIJAS ZĀLĀJU EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU NOVĒRTĒŠANAI PAŠVALDĪBU MĒROGĀ, IZMANTOJOT EKSPERTU VĒRTĒJUMU METODI	23
3.1. Ekspertu vērtējumu metode	23
3.1.1. Materiāli.....	23
3.1.2. Interviju veidi un intervijas gaita	25
3.2. Metodes problēmas un precizitātes trūkumi	26
4. GALVENIE SECINĀJUMI NO EKSPERTU METODES PĀRBAUDES SIGULDAS NOVADA ZĀLĀJU EKOSISTĒMU VĒRTĒŠANĀ UN KARTĒŠANĀ	29
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	30

IEVADS

Ekosistēmu pakalpojumu (EP) kartēšana un novērtēšana iekļuvusi visu Eiropas Savienības (ES) dalībvalstu dienas kārtībā pēc ES bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 2020. gadam¹ pieņemšanas. Saskaņā ar šīs stratēģijas 5. darbību visām ES dalībvalstīm līdz 2014. gadam savu teritoriju robežās bija jāveic ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu kartēšana un novērtēšana, bet līdz 2020. gadam ir jānovērtē to ekonomiskā vērtība. Šie mērķi atbilst arī Latvijas Ilgtspējīgas attīstības stratēģijai līdz 2030. gadam², kas kā vienu no stratēģiskajiem mērķiem izvirza „kļūt par līderi ES dabas kapitāla saglabāšanā, palielināšanā un ilgtspējīgā izmantošanā”. Šī mērķa sasniegšanai ir identificēti arī potenciālie risinājumi: nacionālā dabas kapitāla novērtēšana un dabas kapitāla pieejas integrēšana vides, ekonomikas, telpiskās un reģionālās attīstības un zemes politikās. Turklāt arī vidēja termiņa Nacionālais attīstības plāns (2014-2020)³ paredz dabas kapitāla ilgtspējīgu apsaimniekošanu un izmantošanu.

Ekosistēmām ir milzīga nozīme cilvēces labklājības, veselības, iztikas un citu izdzīvošanai fundamentāli svarīgu pakalpojumu nodrošināšanā (Costanza et al., 1997; Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005; TEEB Foundations, 2010; TEEB Synthesis, 2010). Savukārt EP nodrošinājums ir atkarīgs no zemes seguma un/vai cilvēku izvēlēto zemes izmantošanas un apsaimniekošanas veida. Turklāt telpiskā informācija par ekosistēmu izplatību, to sniegtajiem pakalpojumiem un cilvēku pieprasījumu pēc EP ir nepieciešama, ne vien lai tuvākajā laikā veiksmīgi atskaitītos ES institūcijām (ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģija; Maes et al. 2012 un 2014), bet arī lai nodrošinātu gudrāku teritoriju plānošanu un pārvaldību, kā arī dabas resursu izmantošanu.

Šīs metodoloģiskās vadlīnijas ir veltītas zālāju sniegto EP kartēšanai un novērtēšanai, jo pēdējo gadu laikā zālāju ekosistēmu saglabāšanai Latvijā ir veltīta īpaša uzmanība un apsaimniekošana. Mainoties dzīvesveidam, Latvijas laukos samazinās iedzīvotāju skaits un zemes tiek pamestas neapsaimniekotas, kā rezultātā agrāk ekstensīvi apsaimniekotās lauksaimniecības zemes aizaug un zālāju bioloģiskā daudzveidība samazinās.

Šo metodoloģisko vadlīniju galvenais mērķis ir paaugstināt Latvijas ekspertu zināšanas zālāju ekosistēmu sniegto pakalpojumu kartēšanā un novērtēšanā, izmantojot vienu no vienkāršākajām un lētākajām metodēm, kas balstās uz ekspertu vērtējumu un ir zinātniski atzīta. Vadlīnijās ir iekļauts:

1. Pārskats par zālāju EP, sniedzot vispārīgu ieskatu par EP koncepciju, cilvēku ietekmi uz EP nodrošinājumu, zālāju EP klasifikāciju un EP novērtēšanas metodēm.
2. EP kartēšanas un novērtēšanas vadlīnijas pašvaldību mērogā, sniedzot vispārīgas norādes par nepieciešamajiem telpiskajiem pamatdatiem, EP nodrošinājuma un pieprasījuma novērtēšanu.
3. Vadlīnijas uz ekspertu vērtējumu balstītās metodes izmantošanai zālāju EP kartēšanai un novērtēšanai pašvaldību mērogā.
4. Eksperimentālā pētījuma galvenie secinājumi, kura ietvaros tika kartēti un vērtēti zālāju ekosistēmu pakalpojumi Siguldas novadā, izmantojot ekspertu vērtējumu.

Šīs metodoloģiskās vadlīnijas izstrādāja Baltijas Vides Forums Latvijas Vides aizsardzības fonda līdzfinansētā projektā „Zālāju ekosistēmu pakalpojumu apzināšana un kartēšana Siguldas novadā” (Ekokarte, No. 1-08/179/2014).

¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0244>

² <http://polsis.mk.gov.lv/view.do?id=3323>

³ <http://www.pkc.gov.lv/>

Dokumentā lietotie termini

Ekosistēmu pakalpojumi	ekosistēmas struktūru un funkciju ieguldījums cilvēku labklājībā, kas veidojas kombinācijā ar cilvēku ieguldījumu ekosistēmā
Ekosistēmu pakalpojumu potenciāls	hipotētiski maksimālais pieejamais ekosistēmu pakalpojums noteiktā teritorijā un noteiktā laika posmā
Izmantotais ekosistēmu pakalpojumu apjoms	<i>de facto</i> izmantotais ekosistēmu pakalpojuma apjoms, ko nodrošinājusi noteikta teritorija noteiktā laika periodā
Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums	ekosistēmu pakalpojumu potenciāls kombinācijā ar cilvēku ieguldījumu un izmantoto ekosistēmu pakalpojuma apjomu
Ekosistēmu pakalpojumu pieprasījums	ekosistēmu preces un pakalpojumi, ko ir patērējuši vai izmantojuši cilvēki noteiktā teritorijā un noteiktā laika periodā, neatkarīgi no tā, kur ir to nodrošinājums
Cilvēku ieguldījums	cilvēku ieguldījums EP nodrošinājumā, piemēram, mēslošana, pesticīdu, enerģijas, tehnikas vai zināšanu pielietošana

Dokumentā lietotie saīsinājumi

CICES	Kopējā starptautiskā ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija (Common International Classification of Ecosystem Services - CICES),
EP	Ekosistēmu pakalpojumi
ES	Eiropas Savienība
PGIS	<i>Participatory GIS</i> jeb metode, kurā tiek sapulcināti dažādi eksperti un vietējie iedzīvotāji un, izmantojot iepriekš sagatavotu kartogrāfisko materiālu, tiek noskaidrots, kur un kādā apjomā tiek nodrošināts un patērēts katrs EP.
SBA	teritorijā, kurā ir pieprasījums pēc ekosistēmu pakalpojumiem (service benefiting area (SBA))
SCA	teritorija, kas savstarpēji saista SPU un SBA (service connection area (SCA))
SPU	teritorija, kas nodrošina ekosistēmu pakalpojumu (ecosystem service providing units (SPU))
ZS/ZL	Zemes segums/zemes lietojuma veids

1. ZĀLĀJU EKOSISTĒMU PAKALPOJUMI UN TO NOVĒRTĒŠANA

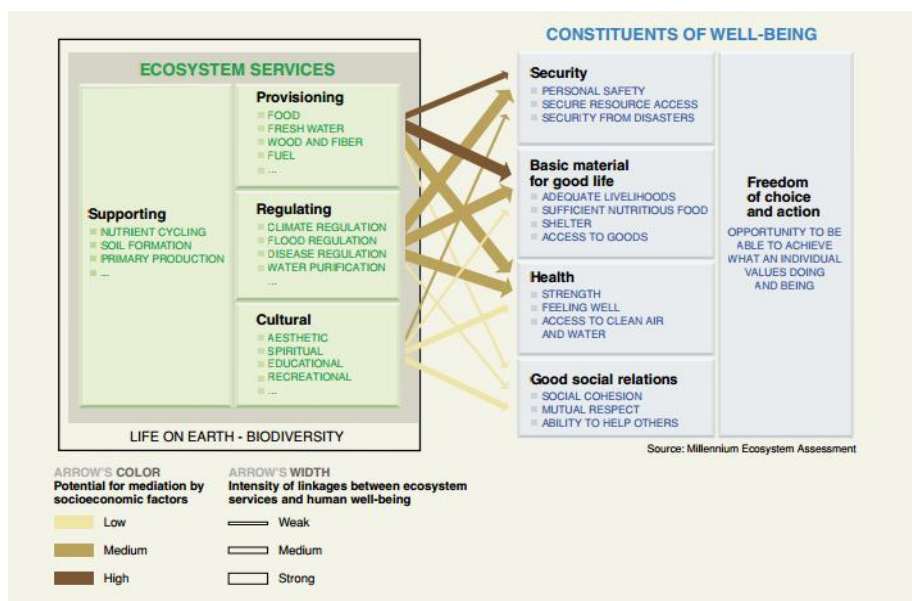
1.1. Ekosistēmu pakalpojumu koncepcija

Ekosistēmu pakalpojumu (EP) koncepcija pēdējās desmitgadēs ir kļuvusi aizvien populārāka kā zinātnieku, tā arī lēmumu pieņēmēju vidū. Mūsdienu EP koncepcijas pirmie aizsākumi meklējami 1992. gadā, kad nīderlandiešu zinātnieks de Groot izdeva publikāciju „Dabas funkcijas” (*Functions of Nature*) par ainavu ekoloģiju un plānošanu. 1997. gadā de Groot izstrādāto koncepciju papildināja tādi zinātnieki kā Costanza ar saviem zinātniskajiem līdzstrādniekiem un Daily (skatīt Costanza et al. 1997 un Daily 1997). Tas bija sākums EP pētniecībai globālā kontekstā (Burkhard et al. 2009). Tomēr īpaši pazīstama mūsdienu EP koncepcija kļuva 2005. gadā, kad Apvienotās Nācijās publicēja „Tūkstošgades ekosistēmu novērtējumu” (*Millennium Ecosystem Assessment (MA)*), un 2007. gadā, kad tika uzsākts darbs pie starptautiskas iniciatīvas ar mērķi apzināt bioloģiskās daudzveidības ekonomisko vērtību - „Ekosistēmu un bioloģiskās daudzveidības ekonomika” (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)*).

EP aprakstīšanai ir izstrādātas dažādas definīcijas, bet populārākās ir MA un TEEB piedāvātās definīcijas. MA ekosistēmu pakalpojumus definē kā labumus, ko cilvēki gūst no ekosistēmām, bet TEEB ekosistēmu pakalpojumus definē kā ekosistēmu tiešos un netiešos ieguldījumus cilvēku labklājībā.

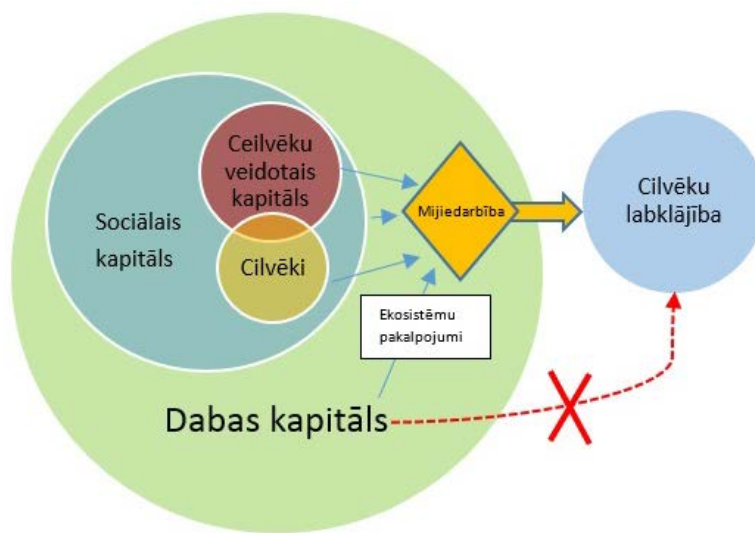
Saskaņā ar iespējams jaunāko EP definīciju **ekosistēmu pakalpojumi ir ekosistēmas struktūru un funkciju ieguldījums cilvēku labklājībā**, kas veidojas kombinācijā ar cilvēku darbības piensumu/ieguldījumu ekosistēmā (Burkhard et al. 2012b).

Visbiežāk EP iedala trīs kategorijās: apgādes, regulējošos un kultūras pakalpojumos. Visu kategoriju EP kombinācijā ar ekosistēmu funkcijām, kuras dažkārt dēvē arī par atbalsta pakalpojumiem, kā arī antropogēniem faktoriem nodrošina cilvēkiem labklājību (MA, Costanza et al. 2014), piemēram, drošību, izejvielas pārtikai un dzīves kvalitātei, veselību u.c. (skatīt 1.attēlu).



1.attēls. Ekosistēmu funkciju un pakalpojumu ieguldījums cilvēku labklājībā (MA)

Svarīgi saprast, ka ekosistēma nevar sniegt nekādu pakalpojumu cilvēkiem bez to klātbūtnes (*human capital*), to veidotās vides (*built capital*) un sabiedrības (*social capital*). Uzskatāmi šī savstarpējā mijiedarbība parādīta 2.attēlā. Dabas kapitāla ieguldījums cilvēku labklājībā veidojas nevis tiešā veidā, bet caur ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu, mijiedarbojoties ar cilvēku veidoto un sociālo kapitālu. Turklāt ir nepieciešams arī pašu cilvēku ieguldījums, kura apjoms un veids ir atkarīgs no katra EP atsevišķi. Pastāv virkne ekosistēmu, kurām ir milzīgs potenciāls nozīmīgu EP sniegšanā cilvēku labklājības veicināšanai, tomēr bez cilvēka iekļaušanās (cilvēka ieguldījums, uzturot ekosistēmu) tās nevar pastāvēt. Latvijā tādas ir lielākā daļa zālāju ekosistēmu (vairāk par zālāju ekosistēmu pakalpojumiem - 1.3. nodaļā).



2.attēls. Savstarpējā mijiedarbība starp cilvēku kapitālu, cilvēku veidotās vides un sabiedrības kapitālu un dabas kapitālu, kas nodrošina cilvēkiem labklājību (Costanza et al. 2014)

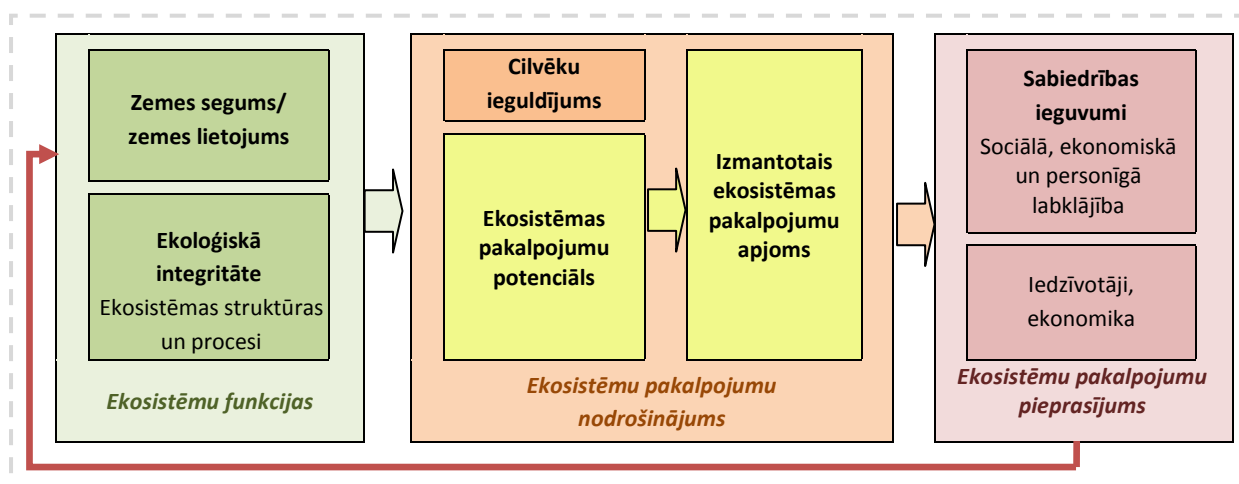
Saskaņā ar ekosistēmu funkciju, pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma savstarpējo attiecību konceptuālo modeli (3.attēls) EP nodrošinājumu veido EP potenciāls, kas ir tikai hipotētisks maksimālais pieejamais EP apjoms, un izmantotais EP apjoms, kas ir reāli (*de facto*) izmantotais ekosistēmu pakalpojuma apjoms, kas iegūts noteiktā teritorijā un noteiktā laika periodā (3.attēls). EP potenciālu rada ekosistēmas ekoloģiskā integritāte (ekosistēmas struktūru un procesu kopums) un zemes segums/zemes lietojuma veids (ZS/ZL). Savukārt EP potenciāls kombinācijā ar cilvēku veikto papildus ieguldījumu veido reāli izmantoto EP apjomu. Papildus ieguldījums var būt mēslojuma, enerģijas, pesticīdu, tehnikas, darbaspēka vai zināšanu pielietošana (Burkhard et al. 2014a). EP potenciālu no reāli izmantotā EP apjoma relatīvi viegli ir atšķirt apgādes pakalpojumiem.

Piemērs:

Meža ekosistēmā EP potenciāls ir koksnes biomasa, bet reāli patērētais EP apjoms ir tas, ko nozāgē un kas nonāk cilvēka rīcībā (apgādes EP).

Regulējošiem un kultūras pakalpojumiem atšķirību starp EP potenciālu un izmantoto EP apjomu ir daudz grūtāk noteikt. Tāpat ir grūtāk arī atlasīt atbilstošus rādītājus to novērtēšanai (Burkhard et al. 2014a). EP nodrošinājuma un pieprasījuma novērtēšanas rādītājus un to savstarpējās attiecības telpiskā griezumā skatīt 2.3. nodaļā.

Savukārt EP pieprasījums ir ekosistēmu preces un pakalpojumi, ko ir patērējuši vai izmantojuši cilvēki noteiktā teritorijā un noteiktā laika periodā, neatkarīgi no tā, kur ir to nodrošinājums (Burkhard et al. 2012a).



3.attēls: Ekosistēmu funkciju, pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma savstarpējo attiecību konceptuālais modelis (pēc Burkhard et al. 2014a)

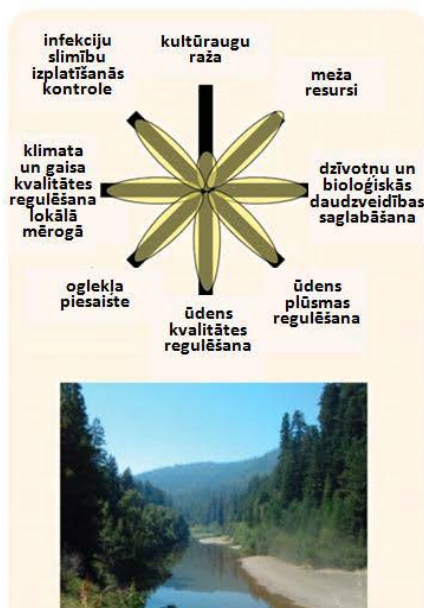
1.2. Saimnieciskās darbības ietekme uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu

Pakalpojumu sortiments un apjoms, ko var sniegt kāda noteikta ekosistēma, ir atkarīgs no cilvēku izdarītās izvēles par labu kādam zemes lietojumam un/vai zemes apsaimniekošanas veidam. Kad cilvēks apsaimnieko zemi tā, lai kādu ekosistēmas sniegto pakalpojumu iegūtu vairāk, tad kāds cits pakalpojums vai pat vairāki var samazināties. Dažkārt izvēle starp diviem EP ir savstarpēji izslēdzoša, bet dažkārt kāds EP var samazināties vai zust. Taču mēdz būt arī tā, ka kāda EP esamību vai nozīmi neviens nav pat īsti apzinājies (Rodriguez et al. 2006).

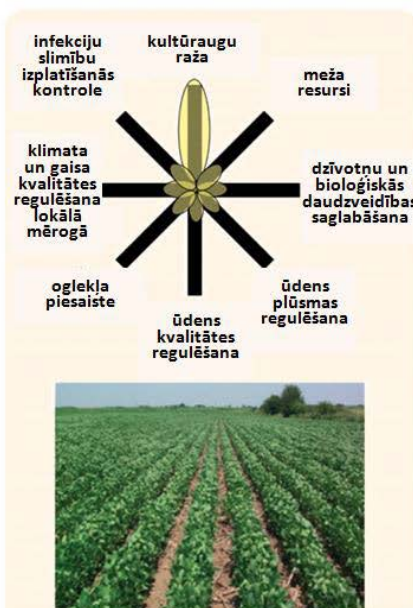
Piemērs:

Mežistrāde (apgādes EP) var samazināt ūdens kvalitāti (regulējošais EP) blakus esošajos ūdensobjektos un/vai samazināt ainavas vērtību, kas varbūt ir bijusi nozīmīga rekreācijai šajā teritorijā (kultūras EP), bet tā nozīme līdz šim nebija zināma.

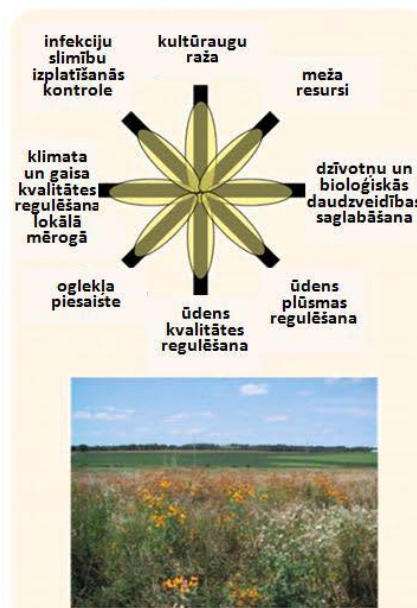
4.attēlā vienkāršotā veidā parādīts, kā mainās ekosistēmu nodrošinātais pakalpojumu sortiments un apjoms atkarībā no cilvēku veiktās izvēles par labu kādam zemes seguma/lietojuma un apsaimniekošanas veidam. Attēlā katra „zieda” diagramma ir izveidota atšķirīgam zemes seguma/lietojuma veidam, kur katra „ziedlapa” attēlo dažādu EP nodrošinājumu. Neapsaimniekota meža zeme (A) spēj nodrošināt plašu EP sortimentu, kuru iegūšanai nav nepieciešams cilvēka ieguldījums, bet intensīvi apsaimniekotā lauksaimniecības zemē (B) ar lielu cilvēka ieguldījumu ievērojami samazinās šo EP nodrošinājums. Savukārt ilgtspējīgi apsaimniekotā lauksaimniecības zemēs (C) saglabājas visu diagrammā atzīmēto EP nodrošinājums.



A. Neapsaimniekota meža zeme



B. Intensīvi apsaimniekota lauksaimniecības zeme



C. Ilgtspējīgi apsaimniekota lauksaimniecības zeme

4.attēls: Konceptuālais ietvars ekosistēmu pakalpojumu sortimenta un apjoma nodrošinājuma (trade-offs) salīdzināšanai starp dažādiem zemes seguma/lietojuma un apsaimniekošanas veidiem (saskaņā ar Foley et al. 2005)

Ekosistēmu nodrošināto pakalpojumu sortiments un apjoms var mainīties arī tad, ja mainās zemes lietojums un apsaimniekošanas veids citā teritorijā. Biežāk lēmumu par šādām izmaiņām pieņem tie, kas paši neiegūst zaudētos EP.

Piemērs:

Ja zālājus sāk izmantot, intensīvāk tos kultivējot, samazinās apputeksnētajiem piemērotas dzīvotnes. Rezultātā samazinās ne vien to sniegtais apputeksnēšanas pakalpojums apkārtnē esošajās lauksaimniecības zemēs ar kultūraugiem, bet mainās arī ainava, kas var zaudēt ne vien savu estētisko vērtību, bet arī kultūrvēsturiskās vērtības un no tā izrietošos citus kultūras pakalpojumus.

1.3. Zālāju ekosistēmas pakalpojumu klasifikācija

Līdz šim ir izstrādātas dažādas EP klasifikācijas, taču ES izmanto Kopējo starptautisko ekosistēmu pakalpojumu klasifikāciju⁴ (Common International Classification of Ecosystem Services - CICES), kura ir izveidota saskaņā ar MA un TEEB klasifikācijām. CICES klasifikācijā EP sakārtoti atbilstoši tam, vai EP sniedz dzīvie organismi vai dzīvie organismi kombinācijā ar abiotiskiem faktoriem.

Zālāju ekosistēmu sniegtos pakalpojumus iedala trīs iepriekš minētajās kategorijās: apgādes, regulējošos un kultūras pakalpojumos, un atkarībā no pakalpojumu veidiem iedala vēl grupās un apakšgrupās. Zālāju EP klasifikāciju, kas izstrādāta saskaņā ar CICES klasifikācijas 2013. gada versiju, skatīt 1. tabulā.

⁴ The Common International Classification of Ecosystem Services. <http://cices.eu/>

1.3.1. Apgādes zālāju ekosistēmas pakalpojumi

Saskaņā ar CICES klasifikāciju apgādes pakalpojumi ietver ekosistēmas sniegtās izejvielas cilvēku pārtikai un mājlopu barībai, dažādus izejmateriālus un enerģijas resursus. Visas izejvielas un izejmateriāli ir taustāmi, un cilvēki tos var pārdot vai apmainīt pret citiem gan tūlītējam patēriņam vai arī izmantot tālāk citu produktu ražošanā. Zālāju ekosistēmu apgādes pakalpojumus iedala 3 grupās: barības vielas, izejmateriāli un enerģijas avoti. Zālāji ir svarīgs barības vielu avots dzīvniekiem un to produktiem. Lai gan kultivētie zālāji parasti nodrošina ganības ar labāku biomasas kvalitāti un kvantitāti, tomēr ir daži pētījumi, kas pierāda, ka dabiskiem zālājiem ir pozitīva ietekme uz dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktu īpašībām, piemēram, siera smaržu un tekstūru, kā arī gaļas uzturvērtību (mikroelementu un vitamīnu sastāvu), ko nodrošina botāniski daudzveidīgi zālāji (Coulon et al. 2014, Hopkins 2009). Attiecībā uz barības kvantitāti arī ir daži pētījumi, kas pierāda, ka arī sugām bagāti zālāji var sasniegt augstāku biomasu un tātad arī siena ražu (Hooper et al. 2005, Bullock et al. 2007).

Daži dabisko zālāju tipi nodrošina cilvēkus arī ar barību (ogām un sēnēm), ārstniecības augiem un uztur ģenētiskā materiāla daudzveidību, ko var izmantot bioķīmijā un farmācijā.

Enerģijas ieguve, sadedzinot zālāju biomasu, ir alternatīvs zālāju izmantošanas veids un iespējams, ka Latvijā zemes īpašniekiem, kas nenodarbojas ar lauksaimniecību, tas ir viens no praktiskākajiem risinājumiem, lai varētu turpināt saņemt subsīdijas par dabisko zālāju uzturēšanu. Saskaņā ar izmaiņām noteikumos no 2015. gada nopļauto zāli nedrīkstēs vairs atstāt uz lauka, kas bija ierasta prakse Latvijā. Salīdzinot ar jau ierasto koksnes kurināmo, zālāju kurināmajam rodas vairāk pelnu un gaisā nokļūst vairāk slāpekļa savienojumu, radot lielāku slodzi uz gaisa kvalitāti. Tomēr zālāju izcelsmes kurināmajam priekšrocība ir tāda, ka nopļautā zāle ir jāsavāc tāpat, un tas ir vietējais enerģijas resurss.

1.3.2. Regulējošie zālāju ekosistēmu pakalpojumi

Regulējošie zālāju EP ir visi tie pakalpojumi, kuros zālāji darbojas kā regulatori, piemēram, regulē gaisa, ūdens un augsnes kvalitāti vai nodrošina aizsardzību pret plūdiem vai citām dabas stihijām. Visus regulējošos zālāju EP var iedalīt 3 grupās:

1. *Vides piesārņojumu regulējošie/mazinošie pakalpojumi*, ko var nodrošināt gan atsevišķas sugas, gan visa ekosistēma kopā;
2. *Plūsmu regulējošie pakalpojumi*, kas regulē gan cietu vielu plūsmu (piemēram, augsnes erozijas ātrumu), gan šķidrums plūsmu (noteci, gruntsūdeni), gan gāzveida/gaisa plūsmu (gaisa apmaiņu). Piemēram, ūdens noteci zālāji var samazināt par 20% vairāk nekā aramzeme un par 50% vairāk nekā urbānās teritorijas (Hönigová et al. 2012);
3. *Fizikālos, ķīmiskos un bioloģiskos apstākļus regulējošie pakalpojumi*, kas nodrošina dzīves ciklu dzīvajām būtnēm, dzīvotņu un ģenētiskā materiāla aizsardzību. Zālāji nodrošina piemērotu dzīvotni daudzām savvaļas augu un dzīvnieku sugām, tostarp arī savvaļas apputeksnētāju sugām (ziedu mušām, kamenēm, savvaļas bitēm). Zinātniski pierādīts, ka, samazinoties dabiskajiem apputeksnētājiem un to daudzveidībai, samazinās kultūraugu raža, un tieši dabiskajiem zālājiem ir nozīmīga loma apputeksnēšanas pakalpojuma nodrošināšanā. Tāpat zālāji spēj kontrolēt kaitēkļu un slimību izplatību un regulēt ūdens, augsnes un gaisa ķīmisko sastāvu.

1.3.3. Zālāju ekosistēmu sniegtie kultūras pakalpojumi

Zālāju ekosistēmu pakalpojumi ir visi tie pakalpojumi, kas cilvēkiem sniedz fizisku, intelektuālu vai garīgu labklājību. Zālājiem ir nozīmīga loma gan rekreācijā (iespēja vērot putnus, rīkot vai piedalīties izklaides medībās, doties pastaigās vai pārgājienos), gan ainavas estētikas baudīšanā, gan kultūras tradīciju kopšanā un uzturēšanā (vainagu pīšana vasaras saulgriežos).

Saskaņā ar CICES klasifikāciju, zālāju ekosistēmu sniegtos kultūras pakalpojumus iedala divās grupās: pakalpojumi, kuri sniedz fizisku un intelektuālu pieredzi (zinātne, kultūras mantojuma saglabāšana, estētika, rekreācija), un pakalpojumi, kuri cilvēkiem sniedz garīgu pieredzi (religisku rituālu piekopšana).

1.tabula. Zālāju ekosistēmu pakalpojumi Latvijā saskaņā ar CICES 2013.gada klasifikāciju

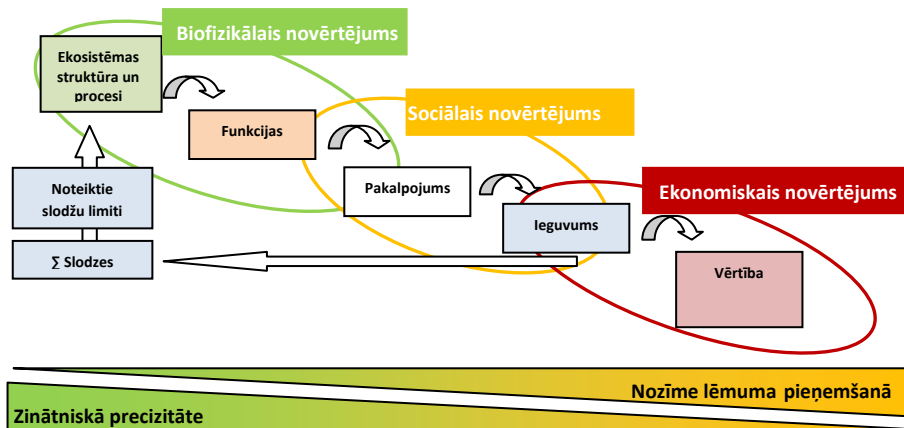
Kategorija	Grupa	Apakšgrupa	Zālāju ekosistēmu pakalpojumu piemēri	
Apgādes	Barības vielas	Biomasa	Kultūraugi	
			Mājlopi un to produkti: gaļas un piena produkti (piens, siers, jogurts), medus u.c.	
			Savvaļas augi: ogas, sēnes	
	Izejmateriāli	Biomasa	Šķiedras un citi augu izejmateriāli lietošanai uzreiz vai pārstrādei	
			Lauksaimniecībā izmantojamie augi un dzīvnieki: lopbarība, mēslojums	
			Ārstniecības augi	
Energija	No biomasu iegūstamās enerģijas avoti	Koksne, šķelda, siens dedzināšanai un enerģijas ieguvei, kā arī no tiem iegūstamā biodegviela		
		Abiotiski enerģijas avoti	Vēja enerģija	
Regulējošie	Vides piesārņojuma regulēšana/mazināšana	Biotas veiktā regulēšana	Piesārņojuma bio-regulēšana (detoksikācija/ sadalīšana/ mineralizēšana) ar mikroorganismu, augu vai dzīvnieku palīdzību Mikroorganismu un augu veiktā filtrācija/piesaiste/uzkrāšana/akumulācija	
		Ekosistēmas veiktā regulēšana	Ekosistēmas veiktā filtrācija/piesaiste/uzkrāšana/akumulācija Smaku/trokšņa/vizuālā piesārņojuma mazināšana	
		Plūsmu regulēšana	Cieto vielu regulēšana Erozijas kontrole: veģetācija aizsargā/stabilizē augsnes eroziju	
	Fizikālo, ķīmisko un bioloģisko apstākļu saglabāšana	Dzīves cikla, dzīvotņu un ģenētiskā materiāla uzturēšana	Šķidrumu plūsmas regulēšana	Ūdens aprites cikla un ūdens plūsmas regulēšana: gruntsūdens līmeņa atjaunošanās, ko nodrošina zemsedze uzkrājot lietus ūdeni
			Gāzu/gaisa plūsmas regulēšana	Dabiski vai stādīti augi nodrošina ventilāciju
		Kaitēkļu un slimību izplatības kontrole	Apputeksnēšana un sēklu izplatīšana Dzīvotņu uzturēšana augu un dzīvnieku reprodukcijas nodrošināšanai	
		Augsnes veidošanās un sastāvs	Kaitēkļu un slimību izplatības kontrole, ietverot arī invazīvās sugas	
		Ūdens kvalitāte	Augsnes dēdēšanas process: augsnes bioloģisko īpašību uzturēšana, t.sk. auglība, barības vielu uzkrāšana, augsnes struktūra utt.	
		Atmosfēras stāvokļa un klimata regulēšana	Saldūdeņu ķīmiskā kvalitātes saglabāšana: denitrificējot vai remineralizējot barības vielas tiek saglabāta ūdens ķīmiskā kvalitāte vai novērsta tās pasliktināšanās	
		Reģionālā un mikroklimata regulēšana	Globālā klimata regulēšana, veģetācijai piesaistot oglekli Temperatūrās, mitruma un vēja ātruma regulēšana	
	Kultūras	Fiziska un intelektuāla saskarsme	Fiziskā saskarsme	Empīriskā - augu, dzīvnieku un ainavas vērošana, fotografēšana utml. Rekreatīva- pastaigas, pārgājieni, izklaides medības
			Intelektuālā saskarsme	Zinātniska
				Izglītojoša
Kultūras mantojuma saglabāšana				
Izkaidējoša: dabas izmantošana dažādos mēdijos				
Estētiska: vietas nozīme, dabas/ainavas atainojums mākslas darbos				
Garīgā/simboliskā saskarsme		Garīga un/vai simboliska saskarsme	Simboliska: augu un dzīvnieku izmantošana emblēmās/simbolos	
			Garīgums un/vai reliģija: piem., vasaras saulgriežu svinības	
		Citi kultūras produkti	Pastāvēšanas vērtība: prieks, ko sniedz savvaļas sugu, ekosistēmu un ainavu pastāvēšana Saglabāšanas vērtība: vēlme saglabāt zālājus nākamajām paaudzēm	

1.4. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana

EP novērtēšana var tikt veikta kompleksi, izmantojot biofizikālās, sociālās un ekonomiskās EP novērtēšanas metodes un rādītājus (ieteicamā literatūra - Maes et al. 2014, Burkhard et al. 2014a, Martínez-Harms & Balvanera, 2012, Bartelmus 2008, Liu et al. 2010). Visām metodēm ir priekšrocības un trūkumi. Biofizikālās EP novērtēšanas metodes raksturo ekosistēmas struktūru un funkcijas saistībā ar EP nodrošinājumu, izmantojot precīzus mērījumus, ilggadīgos monitoringa datus un ekosistēmu pakalpojumu modelēšanu. Salīdzinot ar pārējām EP vērtēšanas metodēm, biofizikālais novērtējums ir laikietilpīgāks un dārgāks, bet zinātniski precīzāks (5.attēls).

Sociālajā EP novērtējumā izmanto tādas zinātniski atzītās metodes kā intervijas, fokusa grupu diskusijas (FGD) vai tādas sabiedrības līdzdalības metodes kā PGIS (*participatory GIS*). Sociālajā novērtējumā tiek iesaistītas dažādas ieinteresētās puses, lai novērtētu EP nozīmību dažādām ieinteresēto pušu grupām, kā arī apzinātu to nodrošinājumu konkrētā teritorijā.

Ekonomiskajā novērtējumā EP visbiežāk tiek novērtēti monetārā izteiksmē, izmantojot tādas ekonomiskās vērtēšanas metodes, kā tirgus vērtības analīze, kaitējuma novēršanas izmaksu metode, kontingenta novērtējums (gatavība maksāt) u.c. Šo metožu precizitāte variē, tomēr to nozīme lēmumu pieņemšanā ir augsta.



5.attēls: Ekosistēmu pakalpojumu "kaskādes" modelis un to novērtējuma metožu zinātniskā precizitāte un nozīme lēmumu pieņemšanā (Haines-Young & Potschin 2010, Burkhard, 2014b)

Uz EP balstītu ilgtspējīgu stratēģiju un ar EP saistīto ainavu pārvaldības pasākumu ieviešana bieži vien nevar gaidīt, kamēr tiks iegūti augstas kvalitātes precīzi dati (Burkhard et al. 2012b). Tādēļ, lai ātrāk iegūtu lēmuma pieņemšanai pietiekamu informāciju, praksē nepieciešams atrast balansu starp precīzām, bet dārgām un laikietilpīgām analīzēm un pragmatismu (Jacobs et al. 2014). Šī izesla dēļ ekspertu viedokļa apzināšana ir kļuvusi par iecienītu instrumentu ātrai informācijas ieguvei kompleksu jautājumu risināšanā, kāds ir arī EP novērtējums. Ekspertu novērtējums spēj risināt steidzamus un neskaidrus jautājumus, izmantojot vislabākās pieejamās zināšanās, ko var papildināt ar citiem pieejamiem datiem, kā arī validēt, izmantojot pārējās EP novērtējuma metodes (Jacobs et al. 2014; Helfenstein & Kienast 2014; Kienast et al. 2009). EP novērtējumā, kas tiek balstīts uz ekspertu vērtējumu, tiek iesaistīts un intervēts atbilstošs/pietiekams skaits ekspertu, kas ir pazīstami gan ar EP konceptu, gan pētījuma teritoriju. Atšķirībā no socioloģiskiem pētījumiem, šeit nav nepieciešams nodrošināt pēc iespējas lielāku respondentu skaitu, bet gan iegūt esošās zināšanas no atlasītiem, konkrētā jomā kompetentiem ekspertiem. Par ekspertu novērtējuma metodi EP novērtēšanai skatīt 3.nodaļu.

2. VADLĪNIJAS EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU KARTĒŠANAI UN NOVĒRTĒŠANAI PAŠVALDĪBU LĪMENĪ

Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana prasa diezgan lielu elastību, jo EP pēc būtības ir ļoti kompleksi un visaptveroši. Tāpēc EP kartēšanā un novērtēšanā var izmantot ļoti dažādas metodes, sākot no vienkāršākām metodēm, kas balstās uz ekspertu vērtējumu (skatīt 3.nodaļu un Burkhard et al. 2012a), līdz sarežģītākām, kurās izmanto esošās EP rādītāju datu bāzes un visaptverošus EP modeļus (piemērs - Maes et al. 2014).

EP kartēšanas kvalitāte ir atkarīga no izmantotās EP kvantificēšanas un kartēšanas metodes, izejas datiem un pasūtītāja vajadzībām. Visu pētījuma gaitu nepieciešams rūpīgi dokumentēt, ietverot šādu informāciju:

- kartēto un vērtēto EP, atzīmējot vai vērtēts EP potenciāls, izmantotais EP apjoms, pieprasījums vai arī ekosistēmas funkcijas;
- teritorijas aprakstu, kurā tiek vērtēts EP nodrošinājums. Gadījumā, ja pētījumā tiek vērtēts EP pieprasījums, tad jāapraksta arī teritorija, kurā tas tiks vērtēts;
- vērtēšanā izmantotos EP rādītājus un to kvantificēšanas mērvienības, kurām būtu jānovērtē EP apjomu noteiktā platībā un laika periodā;
- novērtējuma datu avotus: statistikas dati, ekspertu vērtējumu dati, modelēšanas dati, lauka mērījumu dati;
- kvantificēšanas metodi;
- izmantotos telpiskos datus – to mērogu, dažādību un izšķirtspēju;
- kartēšanas gadu vai citu laika periodu;
- pētījuma mērķus.

Kā piemēru EP kartēšanas un novērtēšanas dokumentēšanai rekomendējam iepazīties ar Crossman publikāciju (Crossman et al. 2013), kurā ir sniegts detalizēts apraksts par to, kā sistemātiski dokumentēt EP kartēšanas un novērtēšanas gaitu.

Ekosistēmas sniegto pakalpojumu novērtēšanas un kartēšanas pamats ir EP biofizikālā novērtēšana. Tajā ietilpst EP identificēšana, kvantificēšana un novērtēšana pētāmajā teritorijā. EP biofizikālo novērtējumu veic, lai saprastu, kā darbojas ekosistēma un kādas sugas, procesi un funkcijas nodrošina EP (Sagoff 2011). EP kvantificēšanai izmanto EP raksturojošus rādītājus un mērvienības, kuri raksturo vai nu kādu procesu ekosistēmā (piemēram, erozijas kontroli) vai arī novērtē ekosistēmas sniegto pakalpojumu absolūtās vērtībās (piemēram, piegādātā ūdens daudzums). Apgādes un regulējošos EP relatīvi viegli var novērtēt, izmantojot biofizikālo parametru mērvienības, kamēr kultūras EP novērtējums parasti ir subjektīvs un atkarīgs no vērtētāja personīgajiem priekšstatiem un nodarbošanās.

2.1. Telpiskie dati, kas nepieciešami ekosistēmas pakalpojumu biofizikālajai kartēšanai

EP biofizikālās kartēšanas pieeju pašvaldību mērogā izvēlas atkarībā no esošiem telpiskajiem datiem un to pieejamības. Prioritāri kartēšanai ir nepieciešami telpiskie dati par pašvaldības **topogrāfiju**, kurā būtu ietverta informācija, piemēram, par mežu, lauksaimniecības zemju, ūdensobjektu vai apdzīvoto vietu novietojumu. Tomēr, neskatoties uz topogrāfisko datu augsto izšķirtspēju, to sniegtā informācija visbiežāk būs nepietiekama, lai izšķirtu ekosistēmu veidus, kuros EP tiks vērtēti. Tādēļ EP kartēšanai papildus topogrāfiskajiem datiem kā minimums nepieciešami telpiskie dati par **biotopiem, zemes segumu un zemes lietojumu veidiem (ZS/ZL)**. Parasti šādos pētījumos izmanto datus, kas iegūti ar tālzipētes metodēm (satelītu Landsat TM vai SPOT datus vai aerofotogrāfijas) un datus, kas iegūti pētījumos uz zemes (piemēram, biotopu kartēšanas, dažādi lauku pētījumi).

Dati GIS formātā (ArcGIS Shape) par zemes segumu ES dalībvalstīs ir pieejami CORINE⁵ datu bāzē, kas ir piemēroti EP kartēšanai un pieejami bez maksas. Šajā datu bāzē ir klasificētas lauksaimniecības, meža un pus-dabiskās zemes, mitraines, ūdeņi un urbānās jeb mākslīgi pārveidotās teritorijas, izdalot 44 klases. To minimālā kartēšanas vienība jeb pikselis ir 25 ha, un dati ir pieejami par zemes segumu 1990., 2000., 2006. un 2012. gadā.

CORINE datu bāzes pieejamības dēļ tie ir vieni no visbiežāk izmantotajiem telpiskajiem datiem EP kartēšanā. Tomēr EP kartēšanai pašvaldību mērogā CORINE datu relatīvi zemās izšķirtspējas dēļ tie varētu būt nepietiekami. Tas ir atkarīgs no ainavas struktūras un tās heterogenitātes. Ja CORINE dati nenodrošina pietiekamu detalizētību, tad rekomendējams tos kombinēt vai izmantot vēl citus telpiskos datus, kuros būtu precīzāka informācija par biotopiem, mežiem un lauksaimniecības aktivitātēm lauksaimniecības zemēs, specifiskiem zemes izmantošanas veidiem (no kadastra datiem, dažādiem pētījumiem), kas nodrošinātu pētījuma teritorijas biofizikālajai kartēšanai (Kandziora et al. 2013).

Detalizētākiem EP novērtēšanas un kartēšanas pētījumiem datus par zemes segumu nepieciešams kombinēt arī ar hidroloģijas, augsnes, faunas, augstuma, slīpuma un klimata datiem, kā arī datiem, kas raksturo antropogēno ietekmi. Antropogēnā ietekme lielākoties ir saistīta ar zemes izmantošanas veidu, bet tā var būt arī dažādu emisiju un piesārņojuma nonākšana ekosistēmā, kā arī sugu izzušana vai invazīvo sugu parādīšanās (Burkhard et al. 2012a). Antropogēnā ietekme īpaši izteikta ir zālāju ekosistēmās, kas atkarīgas no to izmantošanas mērķiem, piemēram, ganības, siena iegūšana vai dabas aizsardzība. Turklāt daži zālāju tipi var tikai pastāvēt, tos regulāri apsaimniekojot.

Lai gan EP pētījumos pašvaldību mērogā izmanto detalizētākus datus ar augstāku izšķirtspēju un tajos integrē arī vietējās zināšanas, tomēr pētījumiem, kuri notiek lielākās teritorijās (reģionālā vai nacionālā mērogā), dati ir vairāk validēti un vieglāk pieejami.

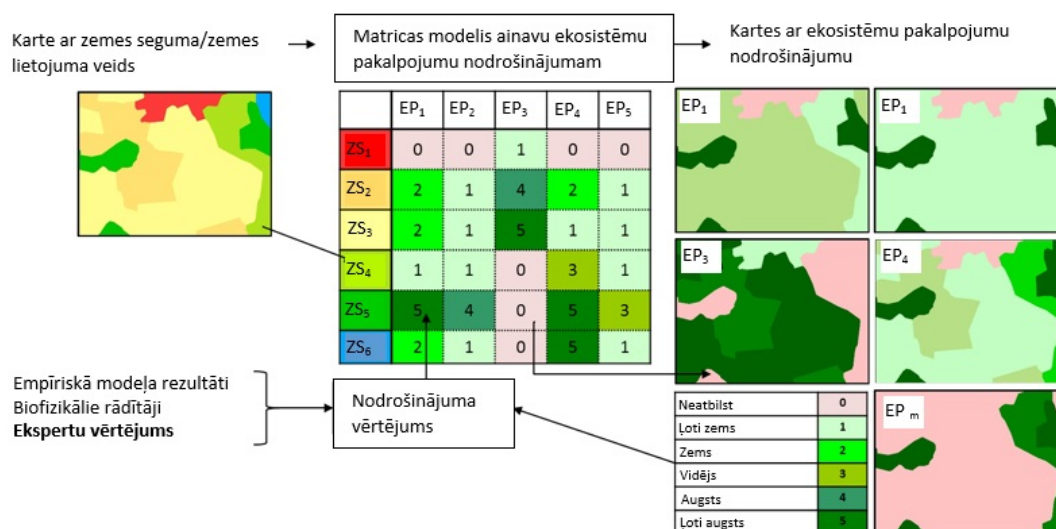
⁵ <http://dataservice.eea.europa.eu>

2.2. Ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšana un modelēšana

2.2.1. Ekosistēmu pakalpojumu kvantificēšana

EP identificēšanai varētu pietikt tikai ar ainavu raksturojošiem telpiskajiem datiem, jo EP nodrošinājums ir cieši saistīts ar zemes segumu/zemes lietojuma veidu (ZS/ZL), piemēram, labību nodrošina lauksaimniecības zemes. Tomēr EP kvantificēšanai nepieciešama papildus informācija, un to visātrāk var iegūt, izmantojot dažādu ekspertu zināšanas (Helfenstein un Kienast 2014). Saskaņā ar vācu zinātnieka Burkhard izmantoto metodi (Burkhard et al, 2009, 2012a un 2014a) ir iespējams novērtēt samērā lielu skaitu EP dažādos ZS/ZL veidos, izmantojot tikai vienu matricu. Matricā atzīmē katra ZS/ZL veida spēju nodrošināt noteiktu EP, novērtējot to skalā no 0-5, kur 0 nozīmē, ka konkrētais ZS/ZL veids nenodrošina konkrēto EP, bet 5 nozīmē, ka EP nodrošinājums ir vērtējams kā ļoti augsts. Rezultātā iegūto EP nodrošinājuma novērtējumu pa ZS/ZL veidiem viegli attēlot kartogrāfiskā veidā (skatīt 6.attēlu).

Detalizētākos EP novērtējuma pētījumos ekspertu zināšanu izmantošana kļūst aizvien populārāka, jo tā neprasa lielus laika un finanšu resursus. Metodes priekšrocības un trūkumi ir aprakstīti 3.2. nodaļā.



6.attēls. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas matricas shematiskais koncepts (Burkhard et al. 2009; 2012a un 2014a). Balstoties uz ekspertu vērtējumu, ir iespējams iegūt informāciju par noteikta zemes seguma/lietojuma (ZS/ZL) veida spēju nodrošināt noteiktu EP. Matrica ļauj savstarpēji salīdzināt un grupēt gan EP, gan ZS/ZL veidus. Matrica sniedz arī informāciju, kas ļauj izskaidrot EP nodrošinājuma telpiskos aspektus, izstrādājot karti katram EP atsevišķi (attēls pēc Jacobs et al. 2014).

Kompleksākiem EP novērtējumiem var izmantot arī statistikas datus, piemēram, FAOSTAT⁶ datu bāzi. Tajā ir pieejami lauksaimniecības un mežsaimniecības nozarēs saražotās produkcijas statistikas dati.

⁶ <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>

2.2.2. Modelēšana

EP modelēšana ir pats sarežģītākais veids kā novērtēt EP, lai gan šobrīd jau eksistē dažas diezgan daudzsološas metodes. Bagstad et al. (2013) savā publikācijā sniedz pārskatu par tām un testē vienu no visbiežāk izmantotajiem EP kvantificēšanas un novērtēšanas modeļiem.

Diezgan plaši izmanto projekta „*The Natural Capital Project*”⁷ ietvaros izstrādāto GIS modelēšanas instrumentu InVEST, kas ir brīvi pieejams internetā. Tas ir balstīts uz dažādiem EP modeļiem, kurus var izmantot, lai analizētu EP nodrošinājumu atkarībā no telpiskajiem apstākļiem, kā arī ietekmi uz EP nodrošinājumu, mainoties zemes seguma veidam. Ievadot datus, šis EP modelēšanas instruments veic EP biofizikālo novērtējumu vai dažiem EP arī monetāro novērtējumu. InVEST trūkums ir tāds, ka dažiem EP nepieciešami daudz dažāda veida dati specifiskā formātā.

Reāli izmantoto EP apjomu analīzei var pielietot ARIES (*The Artificial Intelligence for Ecosystem Services*)⁸ EP kartēšanas un vērtēšanas instrumentu, kā arī SolVES (*The Social Values for Ecosystem Services*)⁹, kas ir GIS instruments, lai kartētu un novērtētu vērtību tādiem EP kā ainavas estētika, bioloģiskā daudzveidība vai rekreācija.

2.2.3. Telpiskais un laika mērogs

Visu informāciju un datus ir jācenšas iegūt pēc iespējas detalizētākus, lai tie būtu atbilstoši EP kvantificēšanai un kartēšanai izvēlētajai pētījuma teritorijai un izvēlētajam laika periodam (Burkhard et al. 2012a). Tomēr, lai novērtētu pētījuma teritorijas īpatnības un sociālekonomisko stāvokli, pieļaujama arī elastīgāka pieeja, kur nenosaka striktu mērogu un laika periodu visiem vērtētajiem EP veidiem.

Telpiskie mērogi EP kartēšanai un vērtēšanai var būt šādi (Burkhard et al. 2014a):

- vietējais mērogs – pašvaldība, zemnieku saimniecība, ekosistēma;
- reģionālais mērogs – administratīvs reģions, sateces baseins, ainava;
- kontinentāls – Eiropa, Āzija;
- globāls mērogs.

Problēma, ar ko regulāri jāsaskaras EP kartēšanas pētījumos, ir ģeobiofizikālo objektu robežu (zemes segums, augšņu tipi, sateces baseini) nesaderība ar administratīvām robežām (valsts, pašvaldība, pagasts). Lielākā daļa ekosistēmu funkciju un regulējošo EP ir cieši saistīti ar kādu noteiktu teritoriju, ko nosaka ģeofizikālie apstākļi, piemēram, ūdens sateces baseinu, bet statistiskos datus parasti ievāc administratīvajās robežās. Tā kā biofizikālo un sociālekonomisko datu raksturoto teritoriju robežas nesakrīt, tad pētījumos ir jāstopas ar grūtībām, lai tos savietotu.

Līdzīgas datu nesaderību problēmas rada arī dažāda laika periods, kurā var vērtēt EP un par kuru ir pieejami dati. EP var vērtēt:

⁷ <http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html>

⁸ <http://www.ariesonline.org/>

⁹ <http://solves.cr.usgs.gov/>

- īstermiņā – noteikta pasākuma garumā vai periodā, kad pakalpojums tiek izmantots maksimālā apjomā;
- sezonāli – ražas ieguves, tūrisma vai veģetācijas sezonās;
- ikgadēji – summējot vai aprēķinot ikgadējās vidējās vērtības;
- vidējā termiņā – dekādēs;
- ilgtermiņā – paaudzēs, gadsimtos, tūkstošgadēs.

Šo iemeslu dēļ katram EP nepieciešams izvērtēt gan pētāmās teritorijas platību, gan laika periodu, kurā EP varētu tikt nodrošināts. Lai pētījumu nepadarītu pārāk sarežģītu un laikietilpīgu, teritorijas platība un periods ir jāizvēlas tā, lai katra EP nodrošinājuma vērtējumā tiktu aptvertas tā visraksturīgākās iezīmes un lai tiktu sasniegti pētījuma kopīgie mērķi. Pārāk detaļa vērtēšana telpā un laikā var aizņemt neproporcionāli lielu laiku tai informācijai, kas beigās tiks iegūta. Vērtējot EP pašvaldību mērogā, topogrāfisko karšu datiem vajadzētu būt vismaz 1:25 000 – 1:100 000 mērogos. Parasti tālīzpētes datu izšķirtspēja ir mazāka (piemēram, CORINE datu bāzes dati, kur minimālā kartēšanas vienība jeb viens pikselis ir 25 ha), un tajos nebūs pieejama tik detaļa informācija kā topogrāfiskajās kartēs un citos klasiskajos kartogrāfiskajos materiālos.

EP novērtējumam reģionālā līmenī var izmantot mazāku mērogu, jo tā mērķis ir iegūt pārskatu par EP nodrošinājumu reģionā, nevis informāciju par katra EP nodrošinājuma atrašanās vietu. Lielākajai daļai apgādes EP ikgadējas vērtības sniegs pietiekami detaļu informāciju. Regulējošie EP var parādīties pēkšņi (piemēram, aizsardzība pret plūdiem) un tikpat labi tie var būt ilgtermiņa pakalpojumi (piemēram, klimata regulēšana globālā mērogā). Kultūras EP ir raksturīgs izteikts sezonāls raksturs (piemēram, tūrisma sezona), vai arī tie mainās līdz ar paaudzēm (piemēram, izmainoties zināšanām, modei, izpratnei par kultūras mantojumu). Detalizētāku aprakstu par EP kartēšanas mērogiem laikā un telpā iesakām lasīt publikācijā Burkhard et al. (2014a), bet par zālāju EP kartēšanu - Lorencová et al. (2013).

2.3. Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma novērtēšana

Lielākā daļa esošo EP kartēšanas metožu ir orientētas uz EP nodrošinājumu (skatīt Crossman et al. 2013; Martínez-Harms & Balvanera 2012; Egoh et al. 2012). Tomēr, lai novērtētu ekosistēmu sniegto pakalpojumu nozīmi, nepieciešams izvērtēt ne vien EP nodrošinājumu, bet arī to pieprasījumu. EP nodrošinājuma un pieprasījuma novērtējums ir steidzami nepieciešams, lai uzlabotu ierasto uz funkcionalitāti orientēto teritorijas un ainavu plānošanas pieeju un vides pārvaldības stratēģijas (Burkhard et al. 2014a).

Lai identificētu un kvantificētu EP nodrošinājumu, vispirms ir jāizlemj, kas tiks vērtēts – EP nodrošinājuma potenciāls, reāli patērētie EP vai to pieprasījums. 2. un 3. tabulā ir sniegti rādītāju piemēri zālāju EP potenciāla, plūsmas un patēriņa novērtēšanai. Ņemot vērā zālāju nodrošināto EP skaitu, redzams, ka zālāju ekosistēmām ir īpaša nozīme regulējošo EP nodrošināšanā.

Novērtējot EP nodrošinājumu un pieprasījumu, var aprēķināt arī EP budžetu reģionālā un pašvaldību līmenī, sniedzot informāciju arī par EP nodrošinājuma un patēriņa atšķirībām teritorijā (ieteicamie pētījumu piemēri: Nedkov & Burkhard 2012; Burkhard et al. 2012a).

2. tabula. Indikatoru piemēri zālāju regulējošo ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma (potenciāla un reāli izmantotā) un pieprasījuma novērtēšanai (pēc Burkhard et al. 2014a)

Zālāju ekosistēmu pakalpojumi	Rādītāji		
	EP potenciāla novērtēšanai	Izmantotā EP apjoma novērtēšanai	EP pieprasījuma novērtēšanai
Klimata regulācija globālā mērogā	Metāna, CO ₂ un mitruma daudzums, kas glabājas veģetācijā un augsnē (t C/ha)	Metāna, CO ₂ un mitruma daudzums, ko spēj uzņemt veģetācija un augsne (t CO ₂ /ha gadā)	Siltumnīcefekta gāzu emisija no rūpniecības, satiksmes un mājsaimniecībām (t CO ₂ /ha gadā)
Klimata regulācija vietējā mērogā	Gaisa temperatūra (° C); albedo (%); nokrišņi (mm); vēja ātrums (Bft); iztvaikošana (mm)	Temperatūras amplitūdas (K); nokrišņu, vēja ātruma vai iztvaikošanas novirze salīdzinot ar apkārtējām teritorijām (%)	Neierasta karstuma (° C), nokrišņu daudzuma (mm) vai vētru (Bft) gadījumi vai to periodi (d/a)
Gaisa kvalitātes regulācija	Koku vainagu laukuma indekss, atšķirība starp nokrišņu daudzumu atklātā laukā un zem koku vainagiem (kg/ha); emisijas koncentrācija (ppm)	Piesāstīto aerosolu vai piesārņojošo vielu daudzums (kg/ha gadā); gaisa kvalitātes standartu amplitūdas (ppb)	Piesārņojošo daļiņu koncentrācija gaisā (ppb); novirze no gaisa kvalitātes standarta (ppb); kritiskās slodze pārsniegums (kg/ha gadā)
Ūdens plūsmas regulācija	Ūdens uzkrāšanas spēja (m ³ /ha); gruntsūdeņu atjaunošanās ātrums (mm/ha gadā)	Ekosistēmas uzturēšanai patērētais ūdens daudzums, piemēram, ūdens daudzums, ko patērē augi, dzīvnieki vai procesi augsnē (m ³ /ha gadā); mitrums (v%); ūdens atlikums (m ³ /ha gadā)	Perioda ilgums, kad mitrums ir minimālā daudzumā, kas nepieciešams augiem, lai tie nenovīstu (d/gadā); augsnes mitrumietilpība (v%); plūdi/pali (d/gadā)
Ūdens attīrīšana	Ūdens kvalitātes rādītāji: suspendētās vielas (g/l); kopējais izšķīdušo vielu daudzums - TDS (mg/l)	No ūdens izņemtie elementi (kg/m ³ gadā); ūdens kvalitātes standartu amplitūda (ppb; mg/l)	Piesārņojošo vielu līmenis ūdenī (ppb); novirze no ūdens kvalitātes standarta (ppb; mg/l)
Barības vielu regulācija	Barības vielu (N,P) aprites ātrums gadā; augsnes potenciāls (katjonu apmaiņas kapacitāte, augsnes organiskais ogleklis, granulometriskais sastāvs)	Augiem pieejamo barības vielu daudzums (kg/ha gadā); barības vielu pārpalikums (kg/ha gadā)	Barības vielu deficīta vai pārmērīguma ilgums (d/gadā); nepieciešamais mēslojums ((kg/ha gadā))
Erozijas riska kontrole	Veģetācijas segums (%); augsnes zudums ūdens vai vēja dēļ (kg/ha gadā); universālā augsnes zudumu un erozijas kalkulatora faktori, pēc kuriem nosaka potenciālo augsnes zuduma un nogrūvumu biežumu (n/ha gadā)	Saglabātais vai nogulsņējies augsnes daudzums (kg/ha gadā); novērstie erozijas gadījumi (n/gadā)	Erozijas gadījumi (n/ha gadā); augsnes zudums erozijas dēļ (kg/ha gadā)
Aizsardzības pret dabas stihijām	Ūdens uzkrāšanas kapacitāte (m ³ /ha); dabiskie aizsargšķēršļi (kāpas, dzīvžogi, koki) (%; m/ha; ha)	Aizsardzības gadījumi pret dabas stihijām (n/gadā); novērstie nāves gadījumi (n/gadā); no bojājumiem aizsargātais īpašums vai infrastruktūra (n/a; €/a)	Dabas stihiju un bojā gājušo skaits (n/gadā); kaitējuma izmaksas (€/a)
Apputeksnēšana	Apputeksnētāju sugu un indivīdu skaits (n/gadā); apputeksnētājiem piemērotas dzīvotnes (ha/ha; %; n/ha)	Apputeksnēto augu skaits (n/ha gadā; %/gadā; kg/ha gadā)	Augu skaits, kuriem nepieciešama apputeksnēšana (n/ha gadā; %/gadā; kg/ha gadā)
Kaitēkļu un slimību kontrole	Bioloģisko slimību un kaitēkļu apkarotājsugu populāciju skaits (n/ha); slimību un kaitēkļu apkarotājsugām piemēroto dzīvotņu skaits (ha/ha; %; n/ha)	Novērsto slimību un kaitēkļu vai plēsēju un parazītu uzliesmojumu skaits (n/ha gadā; %/gadā)	Kaitēkļu un slimību uzliesmojumi (n/ha gadā); bojātie augi un dzīvnieki (%/gadā; n/gadā); ražas zudums (%/gadā; €/gadā)
Organisko vielu regulācija	Sugu un indivīdu skaits, kas noārda org. vielas (n/ha); absorbēšanas potenciāls augos un augsnē	Org. vielu sadalīšanās ātrums (kg/ha gadā); absorbētie un pārstrādātie piesārņotāji (kg/ha gadā)	Org. vielu koncentrācija augsnē (ppb); novirze no vides standartiem (ppb)

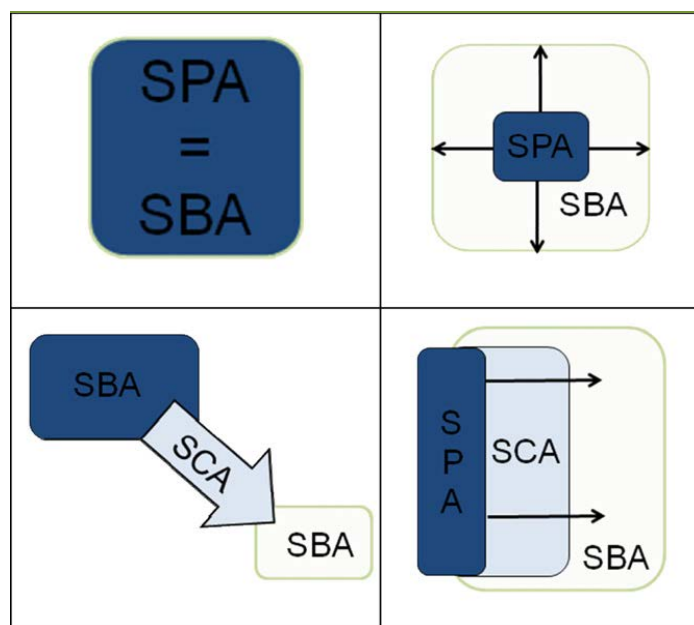
3. tabula. Indikatoru piemēri zālāju apgādes un kultūras ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma (potenciāla un reāli izmantotā) un pieprasījuma novērtēšanai (pēc Burkhard et al. 2014a)

Ekosistēmu pakalpojums		Rādītāji		
		EP potenciāla novērtēšanai	Izmantotā EP apjoma novērtēšanai	EP pieprasījuma novērtēšanai
Apgādes	Lopbarība	Esošā krāja +/- primārā neto produktivitāte gadā (t C/ha + t C/ha gadā; kJ/ha + kJ/ha gadā)	Nopļautā lopbarība (t/ha, kJ/ha gadā); raža (€/ha gadā); teritorijas platība, kurā iegūst lopbarību (ha)	Izmantotā lopbarība (kg/mājlopu gadā)
	Lopkopība	Mājlopu skaits (n/ha, kJ/ha); mājlopu ražīgums (t C/ha gadā; kJ/ha gadā)	Lopkopības produkcija (t/ha gadā); peļņa (€/ha gadā)	Gaļas patēriņš (kg/cilv. gadā); lopkopības produktu patēriņš (kg/cilv. gadā)
	Savvaļas pārtika un dekoratīvo materiālu resursi	Attiecīgo sugu pieejamais daudzums; savvaļas sugu individu daudzums un/vai pieaugums (n/ha; kg/ha; kg/ha + kg/ha gadā; kJ/ha + kJ/ha gadā)	Nomedīto dzīvnieku daudzums (kg/ha gadā); nopļautā augu biomasa (t C/ha gadā); peļņa (€/ha gadā)	Savvaļas pārtikas patēriņš (kg/cilv. gadā); pārdoto dekoratīvo vienību skaits (n/reģionā gadā); darījumu apjoms (€/gadā)
	Bioķīmiskās vielas un medikamenti	Medicīnā, bioķīmijā un kosmētikā izmantojamo vielu skaits un daudzums (kg/ha; n/ha); uzkrājums +/- primārā neto produktivitāte gadā (t C/ha + t C/ha gadā; kJ/ha + kJ/ha gadā)	Peļņa (€/ha gadā)	Lietotās vielas apjoms (kg/ha gadā); pārdotie produkti (€/reģionā gadā)
	Saldūdens	Pieejamais dzeramā un ražošanas ūdens daudzums (l/ha gadā; m ³ /ha gadā); kopējais ūdens daudzums (m ³ /ha); gruntsūdens atjaunošanās ātrums (m ³ /ha)	Ūdens piegāde jeb no ekosistēmas cilvēku vajadzībām izņemtā ūdens apjoms (l/reģionā gadā; m ³ /reģionā gadā)	Ūdens patēriņš (l vai m ³ /cilv. gadā; l un/vai m ³ /rūpniecības nozari gadā)
	Abiotiskie enerģijas ieguves avoti	Dabiskie veidojumi un to platība, kas ir potenciāli enerģijas ieguvei (ha/ha; n/ha; GW/ha)	Iegūtā enerģija (kWh/ha gadā); saražotā elektrība (kWh/ha gadā); peļņa (€/ha gadā)	Enerģijas patēriņš (kWh/cilv. gadā; kWh/rūpniecības nozari gadā)
Kultūras	Rekreācija un tūrisms	Tūrisma pakalpojumu un objektu skaits (piemēram, viesnīcas, restorāni, pastaigu takas, autostāvvietas (n/ha)); aptauju rezultāti par iecienītākajiem dabas un atpūtas resursiem (neskartas savvaļas ainavas pārgājieni, sports)	Tūrisma pakalpojumu saņēmēju un objektu apmeklētāju skaits (n/objektā gadā); tūrisma apgrozījums (€/ha gadā)	Aptauju rezultāti par brīvdienu plāniem un ekspektācijās
	Ainavas estētika un iedvesma	Ainavas novērtējums, kas iegūts aptaujājot respondentus; ainavas skaistuma novērtējums, izmantojot ainavu struktūru aprakstošos indikatorus	Attiecīgās ainavas/ekosistēmas zīmējumu/ilustrāciju, dziesmu, produktu portretējumu skaits (n/ainavas tips); ceļojuma izmaksas vai gatavība maksāt	Aptauju rezultāti par iecienītākajām ainavām un ekspektācijām tajās
	Zināšanu	Vides izglītības iespējas (n/ha)	Vides izglītības pasākumi un to apmeklētāju skaits (n/gadā)	Vides izglītības pieprasījums (pieprasījumu skaits/gadā)
	Reliģiskā un garīgā pieredze	Garīgās iespējas vai objektu skaits (n/ha)	Garīgo rituālu un objektu apmeklētāju skaits (n/iespējas gadā)	Reliģiskās un garīgās pieredzes i pieprasījums (pieprasījumu skaits/ gadā)
	Kultūras mantojums un tās daudzveidība	Platība un potenciāli dabiski piemērotu vietu skaits tradicionālai zemes izmantošanai (ha/ha; n/ha); aptaujas rezultāti par vietējo iedzīvotāju vēlmēm	Tradicionālo zemes izmantošanas veidu skaits (n/ha); nodarbināto skaits tradicionālajos zemes izmantošanas veidos (n/ha)	Darba pieteikumu un apmācīto skaits tradicionālajos zemes izmantošanas veidos (n/gadā)
	Dabas mantojums un tā daudzveidība	Apdraudētām, aizsargājamām un/vai retām sugām piemērotu biotopu skaits (n/ha)	Apdraudēto, aizsargājamo un/vai reto sugu sastopamība (n/ha)	Attiecīgās dabas aizsardzības prasības (n/ha)

EP nodrošinājumu vērtē noteiktā laukuma vienībā (*service providing units -SPU*), kurā tiek nodrošināti EP (Syrbe & Walz 2012). Savukārt EP pieprasījums parasti notiek teritorijā (*service benefiting area – SBA*), kurā ir atbilstoši apstākļi tā patēriņam (Syrbe and Walz 2012), un SBA parasti atbilst teritorijai, kurā ir EP pieprasījums (Crossman et al. 2013).

SPU un SBA jeb teritorijas, kurās nodrošina EP un kurās ir pieprasījums pēc EP, var sakrist, bet tajā pašā laikā tās var atrasties kaimiņu teritorijās, vai pat tālu viena no otras. Nosakot teritorijas, kurās EP tiek nodrošināti un kurās tie tiek patērēti, var noskaidrot EP telpisko raksturu (Fisher et al. 2009; Syrbe & Walz 2012). EP plūsmas jeb SPU un SBA savstarpējās saiknes telpā raksturo četrās kategorijās:

- *in situ* – SPU un SBA atrodas vienā un tajā pašā teritorijā, kas nozīmē, ka EP nodrošinājums ir tajā pašā teritorijā, kur ir tā pieprasījums (piemēram, augsnes veidošanās, izejvielas);
- izkliedētas – SBA atrodas visapkārt SPU, EP plūsmai nav noteiktas trajektorijas (piemēram, apputeksnēšanās vai oglekļa piesaistes pakalpojumiem);
- līnijveida – SBA atrodas noteiktā attālumā no SPU un EP plūsmai ir iespējama tikai noteikta trajektorija (*service connection area - SCA*) (piemēram, ūdens plūsmas regulēšanas pakalpojums, ko sniedz apmežotas nogāzes);
- nesaistītas – EP var tikt piegādāts no liela attāluma (piemēram, daudzi apgādes pakalpojumi, tādi kā piena un gaļas produkti u.c. (Fisher et al. 2009) (skatīt 7. attēlu).



7.attēls. Telpiskās saiknes starp pakalpojumus sniedzošām teritorijām (SPA), pakalpojumus pieprasošām teritorijām (SBA) un to saistošās teritorijas (SCAs): *in situ* (shēmā augšā pa kreisi), izkliedētas (augšā pa labi), līnijveida (lejā pa kreisi), nesaistītas (lejā pa labi) (Syrbe & Walz 2012, Fisher et al. 2009).

2.4. Zālāju ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas iespējas

Neskatoties uz ļoti dažādām zālāju ekosistēmām, kuras sniedz visai daudzveidīgus pakalpojumus, visas iepriekšminētās vadlīnijas var izmantot arī zālāju EP kartēšanā. Zālāju ekosistēmām ir ļoti nozīmīga loma regulējošo pakalpojumu sniegšanā, tajā skaitā arī globālā mērogā (oglekļa piesaiste) un erozijas/barības vielu regulēšanā (Lorencová et al. 2013). Zālāju ekosistēmu apgādes pakalpojumi ir atkarīgi no to apsaimniekošanas un cilvēku ieguldījuma (skatīt iepriekš). Ja zālāji tiek izmantoti kā ganības, tad tie sniedz barību mājlopiem un to sniegtos pārtikas produktus. Zālājos var veikt arī medības, tādējādi sniedzot arī šādu apgādes pakalpojumu. Ja zālāji ir pieejami cilvēkiem, tad tie sniedz arī tādus kultūras pakalpojumus kā rekreācija un izglītība. Dabiskajiem zālājiem ir lielāka bioloģiskās daudzveidības un dabas mantojuma vērtība, salīdzinot ar intensīvi izmantotiem zālājiem.

Izmantojot uz ekspertu vērtējumu balstīto metodi, var gan identificēt zālāju ekosistēmu nodrošinātos pakalpojumus, gan arī novērtēt tos kvalitatīvi. Rezultātu precizēšanai un uzlabošanai var izmantot zālāju monitoringa, mērījumu vai modelēšanas datus. Ja zālāju EP novērtēšanai izmanto iepriekš aprakstīto EP matricas metodi, tad jāidentificē pētījuma teritorijā sastopamie zālāju tipi un to nodrošinātie pakalpojumi. Tomēr, tā kā matricai ir jābūt samērīgai izmēros, bet zālāju tipi un to nodrošinātie pakalpojumi ir stipri daudzveidīgi, tad jābūt gataviem zālāju tipus krietni vispārināt un apkopot .

3. VADLĪNIJAS ZĀLĀJU EKOSITĒMU PAKALPOJUMU NOVĒRTĒŠANAI PAŠVALDĪBU MĒROGĀ, IZMANTOJOT EKSPERTU VĒRTĒJUMU METODI

3.1. Ekspertu vērtējumu metode

3.1.1. Materiāli

Zālāju EP novērtēšanai pašvaldību līmenī, izmantojot ekspertu vērtējumu, nepieciešams veikt priekšizpēti un sagatavot materiālus, kas būs nepieciešami interviju laikā:

- pētījuma teritorijā satopamo zālāju ekosistēmu klasifikāciju;
- sarakstu ar EP, kurus nodrošina pētījuma teritorijā sastopamās zālāju ekosistēmas un/vai EP, kuri ir pieprasīti pētījuma teritorijā;
- matricu ar pētījuma teritorijā izdalītajām zālāju ekosistēmām un identificētajiem zālāju nodrošinātajiem un/vai pieprasītajiem EP;
- karti informācijai par pētījuma teritoriju un par zālāju ekosistēmu telpisko izvietojumu tajā;
- ekspertu sarakstu, kas vērtēs zālāju EP.

Zālāju ekosistēmu klasifikācija, kurā ir iekļauts skaidrs apraksts par katru izdalīto zālāju ekosistēmas tipu. Izdalot zālājus pa kategorijām, vispirms būtu jāizdala dabiskās un cilvēku saimnieciskās darbības rezultātā pārveidotie zālāji. Pēc tam zālāju ekosistēmas varētu dalīt pēc to dabiskajām īpašībām (t.i. mitruma vai auglības apstākļiem), sugu daudzveidības (sugām nabadzīgas līdz ļoti daudzveidīgas), biotopa vai pēc to apsaimniekošanas veida (pļava atrodas aizsargājamā teritorijā, ekstensīvi vai intensīvi apsaimniekotā teritorijā). Pētījuma teritorija var tik izvēlēta, ņemot vērā dabiskās robežas un/vai antropogēni radītās robežas (piemēram, sateces baseins un/vai pašvaldības robežas).

Saraksts ar EP, kur tie ir sakārtoti atbilstoši vispārpieņemtajai zālāju EP klasifikācijai (apgādes, regulējošie un kultūras EP). Sarakstā ir iekļauts katra EP apraksts un dots rādītājs (indikators), pēc kura tas tiks vērtēts (rādītāju piemērus skatīt 2. un 3.tabulā, kā arī zinātniskajā literatūrā, piemēram, Kandziora et al. 2013 vai Burkhard et al. 2014a). Tāpat pie katra EP ir jānorāda **laika periods**, kurā tas tiks vērtēts.

Tas ir svarīgi, jo daži procesi dabā notiek lēni (barības vielu regulēšana, koksnes pieaugums), bet citi var parādīties pēkšņi (erozija, plūdi, ražas vākšana). Vairumam apgādes un kultūras EP nodrošinājumu varētu vērtēt gada griezumā, lai gan tāpēc var tikt zaudēta sezonālā informācija (vairāk skatīt Burkhard et al. 2014a).

Gadījumā, ja tiek vērtēts gan EP nodrošinājums, gan EP pieprasījums, arī tad tiem ir jābūt skaidri nodalītiem vienam no otra (rekomendējams izmantot Crossman et al. 2013 ieteikto dokumentācijas metodi). Ja tiks pievienota informācija par cilvēku ieguldījumu EP nodrošinājumā, tas novērtējumam var piešķirt pievienoto vērtību. Tomēr jābūt uzmanīgiem, jo šāda informācija var izrādīties nevajadzīgi detaļa lielākajai daļai EP.

Rekomendējams savstarpēji salīdzināt EP vērtības ar citiem pētījumā izdalītiem zālāju tipiem vai ar references vērtībām. Vērtēšana dažādos laika griezumos var parādīt interesantu informāciju lēmuma pieņēmējiem par EP nodrošinājuma un pieprasījuma attīstību (piem., progresa ziņojumu gatavošanas laikā vai izstrādājot attīstības scenārijus). Atsevišķi novērtēt zālāju EP potenciālu un reāli izmantoto EP apjomu svarīgāk ir saimnieciski pārveidoto un apsaimniekoto zālāju EP nodrošinājuma vērtēšanā. Lielākas atšķirības starp EP potenciālu un reāli izmantoto EP apjomu parasti ir apgādes EP antropogēnās ekosistēmās. Dabiskos zālajos, kuri lielākoties nodrošina regulējošus un kultūras EP (ja vien tie ir sabiedrībai pieejami), atsevišķi vērtēt EP potenciālu un reāli izmantoto EP apjomu nav nepieciešams (Schröter et al. 2014; Burkhard et al. 2014a).

Matrica, kurā tiek iekļauti pētījuma teritorijā sastopamie un klasifikācijā izdalītie zālāju tipi un to EP (kā piemēru skatīt 8.attēlu). Gadījumā, ja tiek vērtēts gan EP nodrošinājums, gan EP pieprasījums, tiek sagatavotas divas dažādas matricas. Lai interviju nepadarītu pārāk garu un nogurdinošu, matricā ieteicams iekļaut tikai pētījuma teritorijas tipiskākos zālāju tipus un to sniegtos EP. Matricā nevajadzētu iekļaut vairāk par 100 vērtējumu lauciņiem.

	Regulējošie EP						Apgādes EP					Kultūras EP		
	Klimata regulācija vietējā mērogā	Klimata regulācija globālā mērogā	Plūdu aizsardzība	Gaisa kvalitātes regulācija	Erozijas regulācija	Apputeksnēšana	Kultūraugi	Lopkopības pārtika	Koksne	Saldūdens	Savvaļas pārtika	Rekreācija	Ainavas estētiskums	
Zālāju tips A														
Zālāju tips B														
Zālāju tips C														
Zālāju tips D														

8.attēls: EP vērtēšanas matricas piemērs, kas ekspertiem jāizpilda intervijas laikā (izvēlētos zālāju tipus kārtā rindās, bet EP kolonās)

Kartei parasti izmanto GIS datus par zemes segumu/lietojumu veidiem, piemēram, CORINE datus. Tomēr zālāju EP vērtēšanai un kartēšanai CORINE dati varētu būt nepietiekami, jo, piemēram, CORINE datus ir izdalīts tikai viens dabisko zālāju tips. Šādā gadījumā ir nepieciešami zālāju biotopu dati vai citi izvēlētas zālāju kategorijas raksturojoši telpiskie dati. Lai eksperti gūtu skaidrāku priekšstatu par pētījuma teritoriju, interviju laikā kā papildmateriāli varētu tikt izmantotas arī aerofotogrāfijas vai satelīta fotogrāfijas, kas brīvi pieejams *Google Earth* programmā. Tomēr kartei nevajadzētu būt pārāk sarežģītai, jo ekspertiem kartē būtu jāspēj viegli orientēties, atpazīstot pētījuma teritoriju, tās struktūru un īpatnības. Nepieciešamā **telpisko datu izšķirtspēja** (t.i., ZS/ZL GIS datu pikseļu izmērs) ir

atkarīga no teritorijas platības, un tajā sastopamo zālāju ekosistēmas īpašību atspoguļošanas vajadzībām.

Atlasot ekspertus, ir ieteicams, lai eksperts būtu (vismaz) pazīstams ar pētījuma teritoriju un tam būtu priekšzināšanas par EP un to novērtēšanu zinātniskā un praktiskā līmenī. Tomēr ne visos gadījumos šādus ekspertus ir iespējams atlasīt, jo metode ir samērā jauna. Pētījumā vēlams iesaistīt arī vietējos iedzīvotājus, ieinteresētās puses un lēmumu pieņēmējus, jo tas vairo ne vien pētījuma rezultātu ticamību, bet arī akceptēšanu. Tāpat svarīgi, lai atlasītie eksperti būtu ieinteresēti nodarboties ar šo sarežģīto jautājumu. Pētījuma rezultātiem svarīgāka ir ekspertu kvalitāte (īpaši to zināšanas un pieredze EP novērtēšanā, kā arī pozitīva attieksme pret šo EP novērtēšanas metodi), nevis kvantitāte (intervēto ekspertu skaits). Nav iespējams nosaukt vienu noteiktu ekspertu skaitu, kas būtu šādā pētījumā nepieciešams, bet pieredze rāda, ka lielākajā daļā pētījumu 8-12 eksperti ir pietiekams skaits.

3.1.2. Interviju veidi un intervijas gaita

Intervijas ir iespējams veikt individuāli vai grupās, kā fokusa grupas diskusijas vai PGIS (Fagerholm et al. 2012). **Individuālās un grupu intervijās** katrs eksperts/respondents EP vērtē patstāvīgi un vērtējumu rezultātus analizē pēc tam. Šādās intervijās respondentu skaitam jābūt lielākam. **Fokusa grupas diskusiju** mērķis ir diskusiju ceļā nonākt pie viena EP vērtējuma katrā zālāju tipā. Tāpēc fokusa grupās būtisks priekšnoteikums ir nepiespiesta atmosfēra un brīvas ekspertu savstarpējās diskusijas (Chan et al. 1991). Lai gan individuālo un grupu intervijas prasa īsāku laiku, tomēr iegūto datu analīze pēc tam var būt ilgāka. Grupu intervijās laiku var ietaupīt vairāk, jo pētījuma mērķis, EP jēdziens un vērtēšanas metode ir jāskaidro tikai vienu reizi. **PGIS interviju** metodi izmanto, lai iegūtu informāciju tieši no EP patērētājiem, kur EP tiek nodrošināti un kur EP ir pieprasīti. Šī metode labāk darbojas kopienās, kurām ir ciešāka saikne ar dabu un kas pašas nodrošina sevi ar iztiku un tādiem EP kā ūdeni vai enerģiju. Attīstītajās valstīs šo metodi nevar izmantot, jo teritorijas, kas nodrošina EP, un teritorijas, kurās pieprasa EP, var atrasties ļoti lielā attālumā viena no otras, un EP pieprasījuma nodrošināšana ir atkarīga no tirgotājiem un infrastruktūras tīkliem, piemēram, ūdens piegādes un kanalizācijas sistēmas, enerģijas pārvades tīkliem vai transporta infrastruktūras.

Lai iegūtu iespējami labākus pētījuma rezultātus, visu interviju veidi būtu jāveic 5 posmos:

1. posms - ievads.

Intervijas ievadā informē respondentus par pētījuma mērķi, kā arī rada draudzīgu atmosfēru savstarpējas uzticības un simpātiju vairošanai.

2. posms – meta datu ievākšana.

Meta datu (informācija par respondentiem) ievākšana var palīdzēt radīt labāku atmosfēru un vairo respondentu pašapziņu. Ievāktos meta datus vēlāk var izmantot analīzē, lai atklātu EP vērtējumu kritērijus. Meta dati var sniegt arī nozīmīgu informāciju par iemesliem respondentu sniegtajiem vērtējumiem, kas var izrādīties būtiski lēmuma pieņemšanai.

3. posms - iepazīstināšana ar EP jēdzienu.

Pirms intervijas vēlamus sagatavot materiālus interviju dalībnieku iepazīstināšanai ar EP jēdzienu, izvēlētajiem zālāju tipiem (var izmantot fotogrāfijas kā palīgmateriālus) un to sniegtajiem EP, lai nodrošinātu loģisku, salīdzināmu un atkārtojamo fonu visām intervijām.

4. posms - EP vērtēšana.

EP vērtēšana ir pati svarīgākā daļa visā intervēšanas procesā. Šajā posmā ekspertiem jānovērtē EP nodrošinājums (potenciāls vai izmantotais apjoms) un/vai EP pieprasījums katrā zālāju tipā pētījuma teritorijā noteiktā laika posmā. Katram ekspertam ir izsniegta matrica, kur zālāju tipi izkārtoti rindās, bet EP - kolonnās (8.attēls). Tajā eksperts katram EP sniedz relatīvo novērtējumu skalā no 0-5 (skatīt nodaļā 2.2.1.) visos zālāju tipos.

Fokusa grupu diskusiju gadījumā pēc individuālas matricas aizpildīšanas savstarpēju diskusiju rezultātā visiem ekspertiem jānonāk pie viena vērtējuma katram EP katrā ekosistēmā, aizpildot kopīgi vienu matricu.

Šādu matricu var izmantot gan individuālās intervijās, gan grupu diskusijās. Lai rezultāti būtu salīdzināmi, visiem ekspertiem rekomendējams novērtēt visus EP visos zālāju tipos. Tomēr, ja kāds eksperts nejutās kompetents noteikta EP vērtēšanā, viņš var to nevērtēt, atstājot attiecīgos lauciņus matricā tukšus. Šādus un citus īpašus gadījumus interviju laikā ir nepieciešams rūpīgi dokumentēt.

Individuāli vērtēto EP rezultātu analizē, izmantojot statistiskās metodes, noskaidro vai ekspertu sniegtie EP vērtējumi ir atšķirīgi. Tas var norādīt gan uz kļūdām, gan uz neskaidrībām EP vērtēšanas laikā. Vērtējuma atšķirības būtu nepieciešams pēc iespējas mazināt, taču kultūras EP (piemēram, ainavas estētiskuma) vērtējumu rezultāti var būt krasi atšķirīgi, un tas ir pieļaujams, tomēr atšķirības ir attiecīgi jākomentē.

5.posms - jautājumi.

Kad EP vērtēšana ir pabeigta, tad ir jāparedz laiks jautājumiem, lai ievāktu papildus informāciju par EP pētījuma teritorijā un ekspertu viedokli par pašu vērtēšanas metodi. Visa informācija ir sistemātiski jāpieraksta (izmantojot MS vai Open Office Excel vai Access), kas noderēs iegūto vērtējumu datu apstrādei un analīzei. Interviju laikā radušās problēmas (traucējumi vai specifiski jautājumi intervijas laikā) ir arī rūpīgi jādokumentē, jo tas var sniegt vērtīgu informāciju neskaidru rezultātu gadījumā.

3.2. Metodes problēmas un precizitātes trūkumi

Lai gan šīs metodes priekšrocība ir ātra informācijas un datu ieguve, tomēr tai ir gan tehniskas, gan saturiskas problēmas, kā arī precizitātes trūkumi dažādos metodes posmos. Problēmas rada ne vien ekspertu atlase, kuri ne vienmēr ir pieejami vai ieinteresēti, bet arī ekspertu vērtējumu datu integrēšana ar lauka mērījumu un modelēšanas datiem. Hou et al.

(2013) ir izveidojis sarakstu (skatīt 4.tabulu) ar metodes problēmām un precizitātes trūkumiem pa tās posmiem, ar ko jāsakaras, ja EP novērtēšanā izmanto ekspertu vērtējumu un matricu, ko iesaka Burkhard et al. (2009, 2012a un 2014a).

Ja EP novērtēšanai (metodes 4.posmā) izmanto tikai ekspertu vērtējumu, iespējamās papildus neprecizitātes ekspertu subjektivitātes, specifisku zināšanu vai sociālekonomisko un emocionālo argumentu dēļ. Lai no tām maksimāli izvairītos, pirms intervijām nepieciešams:

- veikt reprezentatīvu ekspertu atlasī;
- ekspertiem izskaidrot pētījuma mērķi un metodi;
- izstrādāt intervijas struktūru;
- rūpīgi dokumentēt metodi, interviju procesu, rezultātus un ar tiem saistītās neprecizitātes.

Lai norādītu uz pētījuma neprecizitātēm, katram EP novērtējumam papildus var pievienot tā precizitātes novērtējumu no „ļoti precīzs” līdz „ļoti neprecīzs”.

4.tabula. EP novērtēšanas metodes problēmas un trūkumi pa posmiem, ja izmanto ekspertu vērtējumu un matricu (pēc Hou et al. 2013).

Nr.	EP novērtēšanas posms	Tehniskās problēmas un trūkumi	Saturiskās problēmas un trūkumi
1.	Pētījuma teritorijas izvēle	<ul style="list-style-type: none"> Informācijas un datu pieejamība par izvēlēto teritoriju 	<ul style="list-style-type: none"> ZS/ZL / ekosistēmu tipu un EP reprezentativitāte Specifiski vietējie dabiskie un kultūras apstākļi References vērtību noteikšana Informācijas trūkums par zemes apsaimniekošanas pasākumiem Apstākļu mainīgums (klimatiskās pārmaiņas, sociālās vides dinamika)
2.	ZS/ZL/ekosistēmas tipu atlase , kuros tiks vērtēti EP	<ul style="list-style-type: none"> Ierobežots skaits, kurā nepieciešams vispārināt un kategorizēt dažkārt pat ļoti daudzveidīgas ainavas 	<ul style="list-style-type: none"> ZS/ZL veidu apvienošana/izdalīšana atkarībā no pieejamiem datiem un teritorijas platības Atšķirīgas zinātniskās pieejas ainavu izdalīšanā
3.	Telpisko datu ievākšana par ZS/ZL un bio-fizikālajiem parametriem	<ul style="list-style-type: none"> Telpisko datu neprecizitātes un kļūdas Datu pieejamība izvēlētajā mērogā un laika periodā 	<ul style="list-style-type: none"> Saturisko datu neprecizitātes un kļūdas
4.	EP rādītāju izvēle	<ul style="list-style-type: none"> EP atbilstoši rādītāji Vajadzīgi vispārīgi un izmērāmi indikatori, kas jutīgi pret izmaiņām 	<ul style="list-style-type: none"> Nodrošināto EP identificēšana Nodrošināto EP sortimenta un apjoma novērtēšanai nepieciešami vairāki indikatori
5.	EP rādītāju kvantificēšana	<ul style="list-style-type: none"> Pieejamo ģeofizikālo un statistisko datu telpiskā nesaderība (dati tiek ievākti attiecīgi ģeofizikālās un administratīvās robežās, kas nesakrīt) Bieži trūkst atbilstošu datu Modeļu, lauku mērījumu un statistisko datu neprecizitātes 	<ul style="list-style-type: none"> Ierobežotas zināšanas par ekosistēmu funkciju kopsakarībām Ekosistēmu funkciju, regulējošo un kultūras EP raksturojošie rādītāji vēl nav pietiekami labi izstrādāti
6.	Matrica ar ZS/ZL/ ekosistēmas tipiem relatīvajam EP novērtējumam skalā no 0-5	<ul style="list-style-type: none"> Dažādu datu savstarpējā salīdzināmība Iespējama ekosistēmu funkciju un pakalpojumu dubulta kvantificēšana vai vidējās vērtības noteikšana noteiktā teritorijā un laika periodā Kvalitatīvo, kvantitatīvo un ekspertu novērtējuma datu savstarpējā integrēšana EP nodrošinājums heterogēnās ekosistēmās 	<ul style="list-style-type: none"> Datu, modeļu un rādītāju apkopojums, nezaudējot svarīgu informāciju Ko kvantificēt: EP potenciālu vai reāli izmantoto EP apjomu Subjektivitāte
7.	Novērtējuma vērtību izteikšana telpiskā griezumā ģeofizikālās un/vai administratīvās robežās (kartēšana)	<ul style="list-style-type: none"> Biofizikālo parametru (augšnes, hidroloģijas, veģetācijas) datu trūkums Datu telpiskā nesaderība GIS programmu problēma Kartes izkārtojums var radīt interpretācijas problēmas 	<ul style="list-style-type: none"> Ierobežotas zināšanas par cilvēka un vides mijiedarbību, teritoriju, kur ir EP nodrošinājums un kur EP pieprasījums EP identificēšana noteiktā ekosistēmā (īpaši kultūras EP) Vairāku EP atainošana vienā kartē. 2D kartēs iespējams atainot vienu EP vai visu EP vidējo novērtējumu
8.	Rezultātu interpretācija	<ul style="list-style-type: none"> Datu un kartēšanas nepilnības Modeļu un karšu validēšana Gala lietotāja spēja izmantot rezultātus Datu ekstrapolēšana uz citām teritorijām vai uz plašāku mērogu 	<ul style="list-style-type: none"> Datu un karšu kļūdaina interpretācija, arī zināšanu trūkuma dēļ par pētījuma teritoriju Ekspertu zināšanu trūkums, piemēram, par ainavas apsaimniekošanu un no tās izrietošo EP nodrošinājumu u.c. Pārāk kompleksa vai vispārināta informācija Iespēja izmantot iegūtos rezultātus citos reģionos

4. GALVENIE SECINĀJUMI NO EKSPERTU METODES PĀRBAUDES SIGULDAS NOVADA ZĀLĀJU EKOSISTĒMU VĒRTĒŠANĀ UN KARTĒŠANĀ

Projekta „Zālāju ekosistēmu pakalpojumu apzināšana un kartēšana Siguldas novadā” 2014. gada 21. novembrī un 3. decembrī tika organizētas ekspertu sanāksmes, kuru laikā tika vērtēti zālāju ekosistēmu pakalpojumi Siguldas novadā, izmantojot ekspertu vērtējuma metodi. Iegūtā pieredze ļauj veikt pirmos secinājumus.

Kopumā var secināt, ka ekspertu vērtējuma metode ir vērtējama kā ļoti perspektīva Latvijas apstākļos, ņemot vērā pieredzes trūkumu un ierobežotos resursus ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai. Uzdevuma laikā skaidri izkristalizējās galvenie jautājumi, kam jāpievērš uzmanība, veicot līdzīga veida vērtējumus nākotnē:

- Uzsākot ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanu, katrai teritorijai jābūt skaidri noteiktam novērtēšanas mērķim. Mērķi var atšķirties, atkarībā no vietējiem sociālekonomiskajiem un dabas apstākļiem, teritorijas lieluma un vērtēšanas mēroga.
- Ir būtiski apzināties katrai teritorijai pieejamos datus, kas lielā mērā noteiks teritorijā veicamās novērtējuma metodes, ekosistēmu pakalpojumu un attiecīgo indikatoru izvēli.
- Novērtējuma vienību izvēle
- Izvēlētajās teritorijas dabisko apstākļu izpratne ir nozīmīgs apstāklis, lai skaidri izdalītu atsevišķas novērtējuma vienības citu starpā.
- Vietējo apstākļu pārzināšana ir būtisks priekšnosacījums novērtējuma vienību izvēlē. Kamerālie pētījumi (darbs ar kartēm, attēliem un rakstisko informāciju) var nebūt pietiekami to izdalīšanai, tādēļ ir ieteicami arī teritorijas apmeklējumi, lai apstiprinātu, vai veiktais vienību sadalījums ir pareizs.
- Vietējā mērogā samazinās rupja mēroga kartogrāfiskā materiāla izmantošanas iespējas, piemēram, CORINE LandCover zemes seguma kartes Siguldas novada vajadzībām tika izmantotas tikai ilustratīvos nolūkos.
- Ja iespējams, novērtējuma vienību izdalīšanai būtu jāizmanto arī augšņu kartes. Īpaši būtiski tas ir nelielās teritorijās, jo augsnes lielā mērā nosaka
- Ekosistēmu pakalpojumu izvēlē ir nepieciešams ņemt vērā katras teritorijas īpatnības, pieejamos datus un ekspertu zināšanas.
- Izmantojot ekspertu vērtējuma metodi, ir ieteicams katram ekosistēmu pakalpojumam izmantot minimālu raksturojošo indikatoru skaitu.
- Lai iegūtu pēc iespējas precīzākus rezultātus, nepieciešams precīzi definēt novērtējuma indikatorus un vērtējuma skalu, kā arī pārliecināties par to vienotu izpratni. Latvijas apstākļos daudziem indikatoriem datu pieejamība ir problemātiska.
- Diskusijas par iegūtajiem rezultātiem ir ļoti svarīgs vērtēšanas posms, kas ļauj harmonizēt rezultātus.
- Kopumā ekspertu vērtējumā ir būtiski dažādu nozaru pārstāvniecība, tomēr ir svarīgi, lai grupā būtu eksperti ar padziļinātām zināšanām par noteiktiem ekosistēmu pakalpojumiem.
- Izmantojot ekspertu vērtējuma metodi, ir ieteicams katram ekosistēmu pakalpojumam izmantot minimālu raksturojošo indikatoru skaitu (optimāli – vienu), kas ļauj noturēt pietiekamu uzmanību uzdevuma veikšanai.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- Alkemade, R., Burkhard, B., Crossman, N., Nedkov, S., Petz, K. (2014): Quantifying ecosystem services and indicators for science, policy and practice. *Ecological Indicators* 37: 161-162.
- Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S., Winthrop, R. (2013): A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosystem Services* 5: 27–39.
- Bartelmus, P. (2008): *Quantitative Eco-nomics. How sustainable are our economies?* First ed. Springer Science and Business Media B.V.
- Bullock, J.M., Pywell, R.F., Walker, K.J. (2007): Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity. *Journal of Applied Ecology* 44: 6–12.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F. (2014a): [Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands - Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification](#). *Landscape online* 34: 1-32.
- Burkhard, B. (2014b): Lecture materials in frame of Training seminar on mapping and assessment of grasslands ecosystem services.
- Burkhard, B., Crossman, N., Nedkov, S., Petz, K., Alkemade, R. (2013): Mapping and Modelling Ecosystem Services for Science, Policy and Practice. *Ecosystem Services* 4: 1-3.
- 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., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W. (2009): Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. *Landscape Online* 15: 1-22.
- Chan, M.E., Anker, M., Patel, B.C., Barge, S., Sadhwani, H., Kohle, R. (1991): The use of focus groups in social and behavioural research: some methodological issues. *World health statistics quarterly Rapport* 44(3): 145-149.
- 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.
- 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. doi:10.1038/387253a0
- Coulon, J.B., Delacroix-Buchet, A., Martin, B., Pirisi, A., (2004): Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: a review. *Lait* 84: 221–241
- 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.
- Daily, G.C. (1997): *Nature's Services Societal Dependence On Natural Ecosystems*. Island Press, Washington D C.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L. (2010): Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7: 260–272.
- de Groot, R.S. (1992): *Functions of Nature : Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters-Noordhoff BV, Groningen.
- Egoh, B., Drakou, E.G., Dunbar, M.B., Maes, J., Willemsen, L. (2012): Indicators for mapping ecosystem services: a review. Report EUR25456EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Fagerholm, N., Käyhkö, N., Ndumbo, F., Khamis, M. (2012): Community stakeholders' knowledge in landscape assessments - Mapping indicators for landscape services. *Ecological Indicators* 18: 421-433.
- Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68 (3): 643–653.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H. K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I. C, Ramankutty, N., Snyder, P.K. (2005): Global Consequences of Land Use. *Science*. VOL 309. www.sciencemag.org
- Frélichová, J., Vačkář, D., Párt, A., Loučková, B., Harmáčková, Z.V., Lorencová, E. (2014): Integrated assessment of ecosystem services in the Czech Republic. *Ecosystem Services* 8: 110–117.
- Helfenstein, J., Kienast F. (2014): Ecosystem service state and trends at the regional to national level: A rapid assessment. *Ecological Indicators* 36: 11-18.
- Hönigová, I., Vačkář, D., Lorencová, E., Melichar, J., Götzl, M., Sonderegger, G., Oušková, V., Hošek, M., Chobot, K. (2012): Survey on grassland ecosystem services. Report to the EEA – European Topic Centre on Biological Diversity. Prague: Nature Conservation Agency of the Czech Republic, pp 78.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., Wardle, D. A. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge', *Ecological Monographs* 75: 3–35.
- Hopkins, A. (2009): Relevance and functionality of semi-natural grasslands in Europe – status quo and future prospective. International workshop of the SAVERE-Project, pp. 9–14.
- Hou, Y., Burkhard, B., Müller F. (2013): Uncertainties in landscape analysis and ecosystem service assessment. *Journal of Environmental Management* 127: S117–S131.
- Jacobs, S., Burkhard, B., van Daele, T., Staes, J., Schneiders, A. (2015): The Matrix Reloaded – A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. *Ecological Modelling* 295:21-30
- Kandziora, M., Burkhard, B., Müller, F. (2013): Mapping provisioning ecosystem services at the local scale using data of varying spatial and temporal resolution. *Ecosystem Services* 4: 47-59.

- Kienast, F., Bolliger, J., Potschin, M., de Groot, R.S., Verburg, P.H., Heller, I., Wascher, D., Haines-Young, R. (2009): Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe. *Environmental Management* 44: 1099–1120.
- Lorencová, E., Frélichová, J., Nelson, E., Vackár, D. (2013): Past and future impacts of land use and climate change on agricultural ecosystem services in the Czech Republic. *Land Use Policy* 33: 183–194.
- Liu, S., Costanza R., Farber S., A.T. (2010): Valuing ecosystem services. Theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1185: 54-78.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M. et al. (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., Egoh, B., Willemsen, 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.
- Martínez-Harms, M.J., Balvanera, P. (2012): Methods for mapping ecosystem service supply: a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 8: 17–25.
<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/21513732.2012.663792>
- Nedkov, S., Burkhard, B. (2012): Flood regulating ecosystem services - Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators* 21: 67-79.
- 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] URL:
<http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art28/>.
- Sagoff, M. (2011): The quantification and valuation of ecosystem services. *Ecological Economics* 70: 497–502.
- Schröter, M.; Barton, D.N.; Remme, R.P. & L. Hein (2014): Accounting for capacity and flow of ecosystem services: A conceptual model and a case study for Telemark, Norway. *Ecological Indicators* 36: 539–551.
- Stoll, S., Frenzel M., Burkhard, B., Adamescu, M., Augustaitis, A., Baeßler, C., Bonet García, F.J., Cazacu, C., Cosor, G.L., Díaz-Delgado, R., Carranza ,M.L., Grandin, U., Haase, P., Hämäläinen, H., Loke, R., Müller, J., Stanisci, A., Staszewski, T., Müller, F. (2014): Assessment of spatial ecosystem integrity and service gradients across Europe using the LTER Europe network. *Ecological Modelling*:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.06.019>.
- 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.