



**“Zālāji un ekosistēmu pakalpojumi”**  
projekts GrassLIFE LIFE16NAT/LV/262

---

**Ziņojums**

---



Ziņojumu GrassLIFE un Latvijas Dabas fonda uzdevumā sagatavoja biedrība “Baltijas Vides Forums”



---

**2019**

---

# SATURS

Ievads.....	3
2. Ziņojuma sagatavošanas metodika .....	5
2.1. Zālāju ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma konceptuālais pamats.....	5
2.2. Ziņojuma sagatavošanā izmantotās metodes un datu avoti.....	6
3. Zālāju sniegtie ekosistēmu pakalpojumi – Latvijas un ārvalstu pieredzes apraksts.....	8
3.1. Vispārējs pārskats par zālāju sniegtajiem ekosistēmu pakalpojumiem.....	8
3.1.1. Apgādes pakalpojumi.....	10
3.1.2. Vidi regulējošie pakalpojumi .....	12
3.1.3. Kultūras pakalpojumi .....	14
3.2. Līdzšinējie zālāju ekosistēmu pakalpojumu pētījumi Latvijā un ārvalstīs.....	14
3.3. Secinājumi par līdzšinējiem pētījumiem saistībā ar zālāju ekosistēmu pakalpojumiem.....	18
4. Ar ES nozīmes zālāju biotopiem saistītie ekosistēmu pakalpojumi.....	19
4.1. 6120* Smiltāju zālāji .....	19
4.1.1. Apgādes pakalpojumi.....	19
4.1.2. Vidi regulējošie pakalpojumi .....	19
4.2. 6210* Sausi zālāji kalņainās augsnēs.....	20
4.2.1. Apgādes pakalpojumi.....	20
4.2.2. Vidi regulējošie pakalpojumi .....	20
4.3. 6230* Vilkakūlas zālāji .....	21
4.3.1. Apgādes pakalpojumi.....	21
4.3.2. Vidi regulējošie pakalpojumi .....	21
4.4. 6270* Sugām bagātās ganības un ganītas pļavas .....	21
4.4.1. Apgādes pakalpojumi.....	21
4.4.2. Vidi regulējošie pakalpojumi .....	22
4.5. 6530* Parkveida pļavas un ganības .....	22
4.5.1. Apgādes pakalpojumi.....	22
4.5.2. Vidi regulējošie pakalpojumi .....	23
4.6. Kultūras pakalpojumi zālāju biotopos.....	23
4.7. Secinājumi .....	23
5. Rekomendācijas ekosistēmas pakalpojumu novērtēšanai.....	25
6. Piedāvātā metodika ekosistēmas pakalpojumu novērtēšanai.....	27
6.1. Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma metodes.....	27
6.2. LIFE programmas vadlīnijās piedāvātā pieeja ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu novērtēšanai .....	28
6.3. Iespējamie risinājumi ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai GrassLIFE projekta ietvaros .....	29
6.3.1. Kopējais novērtējuma ietvars.....	29
6.3.2. GrassLIFE projekta ietvaros izmantojamā ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas metodes. ....	32
Izmantotā literatūra.....	38
Pielikumi.....	43

## Ievads

Zālāji Latvijā galvenokārt veidojušies cilvēka saimnieciskās darbības un dabas procesu mijiedarbībā ar mērķi nodrošināt barību lopiem. Līdz ar to zālāju uzturēšana Latvijā primāri ir bijusi saistīta tieši ar saimnieciskā labuma gūšanu cilvēkiem. Taču vienlaikus zālāji ir būtiski bioloģiskās daudzveidības uzturēšanai, tie ir Latvijai raksturīgās kultūrainavas elementi, kā arī nodrošina dažādus ekosistēmu procesus un pakalpojumus, kas kalpo cilvēka labklājībai. Mūsdienās, kad zālāju primārā funkcija – nodrošināt lopbarību – pamazām zaudē savu noteicošo lomu, arvien būtiskāka kļūst to nozīme citu sabiedrībai svarīgu pakalpojumu nodrošināšanā, t.sk. vides un cilvēku dzīves kvalitātes uzturēšanā (piemēram, noārdot vai aizturot piesārņojumu, uzlabojot ūdens kvalitāti, mazinot plūdu riskus, klimata pārmaiņas), dzīvotņu uzturēšanā dažādām savvaļas sugām, t.sk. apputeksnētājiem un lauksaimniecības kaitēkļu dabīgajiem ienaidniekiem. Zālāji kā neatņemama ainavas sastāvdaļa nosaka arī teritoriju tūrisma potenciālu, dažādas rekreācijas un izglītošanās iespējas, kā arī kalpo kā kultūras mantojums, kas cieši saistīts ar latviešu tautas tradīcijām.

Ekosistēmu pakalpojumu koncepts sniedz iespēju apzināt un sistemātiski izvērtēt visus ieguvumus, ko ekosistēmas, t.sk. zālāji, sniedz sabiedrībai, un līdz ar to arī skaidrot dabas aizsardzības pasākumu nozīmi. Eiropas Savienības (turpmāk tekstā ES) dalībvalstīs ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana kļuvusi aktuāla līdz ar ES bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 2020. gadam pieņemšanu 2011. gadā. Šīs stratēģijas pamatmērķis ir līdz 2020. gadam apturēt bioloģiskās daudzveidības izzušanu un ekosistēmu pakalpojumu degradāciju ES un atjaunot tos, ciktāl reāli iespējams. Stratēģijas uzdevumos ir ietverta arī zināšanu uzlabošana par ekosistēmām un to pakalpojumiem ES (5. uzdevums). LIFE programma kalpo kā viens no atbalsta instrumentiem ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas īstenošanā, nodrošinot finansējumu pasākumiem, kas vērsti uz ekosistēmas stāvokļa uzlabošanu un tādējādi arī ietekmējot to spēju sniegt sabiedrībai būtiskus pakalpojumus. Tāpēc viens no LIFE projekta uzdevumiem ir vērtēt veikto pasākumu ietekmes uz ekosistēmām un attiecīgi uz ekosistēmu pakalpojumiem. Šādi novērtējumi var palīdzēt labāk izprast LIFE projektu daudzveidīgos rezultātus un to sniegtos ieguvumus, kā arī novērtēt LIFE projektu pienesumu sabiedrībai. LIFE programma ir izstrādājusi vadlīnijas ekosistēmu un to pakalpojumu novērtēšanai, piedāvājot analītisko ietvaru un rādītājus, kas būtu izmantojami LIFE projektos, kartējot ekosistēmu pakalpojumus un veicot projektu ietekmes izvērtējumu.

Ziņojumu “Zālāji un ekosistēmu pakalpojumi” sagatavoja Baltijas Vides Forums pēc Latvijas Dabas fonda pasūtījuma (pakalpojuma līgums Nr. PL/GL/2018-2018-20) projekta “Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana” (akronīms GrassLIFE, projekta nr. LIFE16NAT/LV/262, turpmāk tekstā GrassLIFE) ietvaros. Ziņojuma mērķis ir sniegt pēc iespējas plašāku informāciju par zālāju sniegtajiem ekosistēmas pakalpojumiem, t.sk. to nodrošinājumu atkarība no zālāja tipa, kā arī piedāvāt metodiskus risinājumus GrassLIFE projektā veicamajai zālāju ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai.

Pētījuma līguma priekšmets ietvēra šādus darba uzdevumus:

- apkopot pieejamo informāciju par Latvijas un ārvalstu pieredzi un pētījumu rezultātiem, lai raksturotu ar zālājiem saistītos ekosistēmu pakalpojumus kopumā, aptverot visas ekosistēmu pakalpojumu grupas;
  - balstoties uz līdz šim uzkrāto pieredzi un piemēriem no zinātniskās literatūras, aprakstīt ar ES nozīmes zālāju biotopiem 6120\*, 6210\*, 6230\*, 6270\* un 6530\* saistītos ekosistēmu pakalpojumus;
  - atlasīt vismaz desmit ekosistēmu pakalpojumu veidus, kuri būtu iekļaujami GrassLIFE projekta novērtējumā (šajā sadaļā kā obligāti iekļaujамie aspekti tika norādīti: gaļas un medus kvalitāte, zāles kā dzīvnieku barības kvalitātes nodrošināšana, ārstniecības augi, apputeksnēšana, ģenētiskā daudzveidība, tūrisms un kultūras identitāte);
  - piedāvāt metodiku GrassLIFE projekta novērtējumā iekļaujamo ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai, katram pakalpojuma veidam piedāvājot vienu vai vairākas piemērotas novērtēšanas metodes.

Balstoties uz apkopto informāciju un zinātniskās literatūras analīzi, kā arī LIFE programmas izstrādātajām vadlīnijām ekosistēmu un to pakalpojumu novērtēšanai, ziņojumā tiek skaidrots konceptuālais ietvars zālāju ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai, aprakstīti līdzšinējo pētījumu rezultāti un piedāvāti rādītāji un metodes, pēc kurām novērtēt 16 zālāju sniegtos ekosistēmu pakalpojumus GrassLIFE projekta ietvaros.



Ekosistēmas spēja sniegt pakalpojumus cilvēku labklājībai ir tieši atkarīga no ekosistēmas stāvokļa (tās struktūras un procesiem). Palielinot uz ekosistēmu radīto slodzi vai mainot zemes izmantošanas veidu (tādējādi būtiski ietekmējot vai pat iznīcinot iepriekšējo ekosistēmu), cilvēki ietekmē ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu vai sadalījumu starp dažādiem citiem pakalpojumiem. Zālāju ekosistēmu gadījumā to struktūru un līdz ar to arī sniegtos pakalpojumus tieši ietekmē zālāju apsaimniekošanas veids (pļaušanas biežums, ganīšanas intensitāte, kā arī mēslojuma izmantošana) (Blüthgen et al., 2012; Estel et al., 2018). Piemēram, palielinoties apsaimniekošanas intensitātei, iespējams iegūt lielāku siena ražu (tādējādi vairojot zemes īpašnieka tiešos ieguvumus), taču vienlaikus samazinās vairums citi sabiedrībai nozīmīgi ekosistēmu pakalpojumi (Dendoncker et al., 2018).

Atbilstoši šobrīd visplašāk izmantotajai “Kopējai starptautiskajai ekosistēmu pakalpojumu klasifikācijai” (*The Common International Classification of Ecosystem Services*, turpmāk tekstā *CICES*)<sup>2</sup>, tiek izdalītas trīs galvenās “gala 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.

Savukārt “Tūkstošgades ekosistēmu novērtējumu” (*Millennium Ecosystem Assessment*, turpmāk tekstā *MA*)<sup>3</sup> klasifikācija, atšķirībā no *CICES*, papildus jau minētajām trīs kategorijām vēl izdala atbalsta pakalpojumus, kas atbilstoši kaskādes modelim ietver ekosistēmu procesus un funkcijas, kas ir pamatā pārējo pakalpojumu nodrošināšanai. Bet starptautiskajā pētījumā “Ekosistēmu un bioloģiskās daudzveidības ekonomika” (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, turpmāk tekstā *TEEB*)<sup>4</sup> kā ceturrtā kategorija izdalīti "dzīvotņu vai atbalsta pakalpojumi", kas ietver sugu dzīvotnes un ģenētiskās daudzveidības saglabāšanu. Eiropas Komisija darba grupa ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai un novērtēšanai (*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*, turpmāk tekstā *MAES*), kas ir izstrādājusi ekosistēmu novērtējuma analītisko ietvaru, pēc kā vadīties dalībvalstu un ES līmeņa ekosistēmu pakalpojumu pētījumos, rekomendē izmantot *CICES* klasifikāciju, tādējādi nodrošinot rezultātu starptautisku salīdzināmību. *MAES* ekosistēmu novērtējuma analītiskais ietvars un *CICES* klasifikācija ir izmantota arī Eiropas Komisijas vadlīnijās ekosistēmu un to pakalpojumu novērtēšanai LIFE projektu ietvaros<sup>5</sup>.

## 2.2. Ziņojuma sagatavošanā izmantotās metodes un datu avoti

Lai īstenotu pakalpojuma līgumā paredzētos uzdevumus, tika veikti šādi soļi:

- Literatūras apskats par ekosistēmu pakalpojumu pieeju un tās izmantošanu zālāju vērtēšanā Latvijā un ārvalstīs.

Lai izvērtētu ārvalstu pieredzi, sākotnēji tika apkopotas pieejamās zinātniskās publikācijas, izmantojot Horizon2020 projekta “*Enhancing ecosystem services mapping for policy and decision making*” (akronīms *ESMERALDA*, projekta nr. 642007) ietvaros izveidoto datu bāzi (<http://www.maes-explorer.eu/>), kas apkopo 372 zinātniskas publikācijas un pētījumu rezultātus ekosistēmu pakalpojumu jomā, galvenokārt no Eiropas, kas publicēti līdz 2017. gadam. 179 no šajā datu bāzē iekļautajiem pētījumiem ir vērtētas arī zālāju ekosistēmas, bet tikai dažās publikācijās zālāji bija galvenais pētījumu objekts. Lai iegūtu informāciju ar jaunākajiem pētījumiem, tika izmantota SCOPUS zinātnisko rakstu datu bāze, no kuras tika apkopoti pētījumi, kas publicēti no 2017.-2019. gadam. Papildus tika izmantoti arī citi pieejamie, iepriekšējos gados publicētie pētījumi, kas vērsti tieši uz zālāju

<sup>2</sup> <https://cices.eu/>

<sup>3</sup> <http://www.millenniumassessment.org/en/Index-2.html>

<sup>4</sup> <http://www.teebweb.org/>

<sup>5</sup> [https://ec.europa.eu/easme/sites/easme-site/files/life\\_ecosystem\\_services\\_guidance.pdf](https://ec.europa.eu/easme/sites/easme-site/files/life_ecosystem_services_guidance.pdf)

ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu. Kopumā tika apkopoti 96 literatūras avoti, kuri tika padziļināti analizēti un izmantoti šī ziņojuma gatavošanā.

Ziņojuma sagatavošanā tika izmantota arī Latvijā īstenoto pētījumu pieredze zālāju ekosistēmu pakalpojumu jomā, kura ne visos gadījumos ir publicēta. Tā galvenokārt ir balstīta uz projektu "Integrēta plānošanas pieeja zālāju dzīvotspējai" (akronīms LIFE Viva Grass, projekta nr. LIFE13 ENV/LT/000189, turpmāk tekstā LIFE Viva Grass); "Alternatīvas biomasas izmantošanas iespējas zālāju bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu uzturēšanai" (akronīms LIFE GRASSSERVICE, projekta nr. LIFE12 BIO/LV/001130, turpmāk tekstā LIFE GRASSSERVICE) un "Ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu novērtējuma pieejas pielietojums dabas daudzveidības aizsardzībā un pārvaldībā" (akronīms LIFE Ekosistēmu pakalpojumi, projekta nr. LIFE13 ENV/LV/000839, turpmāk tekstā LIFE Ekosistēmu pakalpojumi) rezultātiem, kā arī Baltijas Vides Foruma veikto pētījumu "Uz rezultātiem balstītu agrovīdes pasākumu ieviešanas iespēju novērtējums", kas tika īstenots pēc Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas pasūtījuma un ietvēra zālājiem piemērotu ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma rādītāju atlasī.

- Ar GrassLIFE projekta īstenošanu saistīto zālāju sniegto ekosistēmu pakalpojumu izvērtējums.

Lai noskaidrotu, kuri ekosistēmu pakalpojumi būtu iekļaujami GrassLIFE projekta novērtējumā, tika sagatavota atsevišķa novērtējuma matrica (**1. pielikums**), kur katrs ar zālāju ekosistēmu saistītais pakalpojuma veids (atbilstoši *CICES* klasifikācijai) tika novērtēts pēc šādiem kritērijiem:

- iespējamie rādītāji pakalpojuma novērtēšanai;
- vai projekta darbības tieši ietekmē pakalpojuma nodrošinājumu;
- vai projekta ietekmes iespējams novērtēt, izmantojot lauka apsekojumus;
- vai projekta ietekmes iespējams novērtēt, izmantojot citus datus.

Balstoties uz šiem kritērijiem, katra pakalpojuma veida piemērotība GrassLIFE projekta novērtējumam tika novērtēta skalā no 0-3:

- 0: projektam nav ietekmes uz pakalpojuma nodrošinājumu;
- 1: projektam ir ietekme uz pakalpojuma nodrošinājumu, bet tās novērtēšanai nepieciešams sarežģītas/laikietilpīgas metodes un/vai datu pieejamība ir ļoti ierobežota;
- 2: projektam ir ietekme uz pakalpojuma nodrošinājumu, ir ietekme, kuru iespējams novērtēt, ieguldot papildus laiku un resursus;
- 3: projektam ir ietekme uz pakalpojuma nodrošinājumu, kuru iespējams salīdzinoši viegli novērtēt, izmantojot projekta ietvaros veikto monitoringu vai citus pieejamos datus.

GrassLIFE projekta novērtējumam tika piedāvāti tie ekosistēmu pakalpojumi, kuri tika novērtēti ar "3", kā arī iekļaujot sarakstā "ģenētisko materiālu" un "apputeksnēšanu", kuri, kaut arī ieguva vērtējumu "2", bet bija atzīmēti pakalpojuma līgumā kā obligāti iekļaujамie aspekti.

- GrassLIFE projekta ietvaros īstenojamā zālāju ekosistēmu pakalpojuma novērtējuma metodikas izstrāde.

Metodikas izstrāde tika balstīta uz LIFE programmas vadlīnijās piedāvāto analītisko ietvaru ekosistēmu un to pakalpojumu novērtēšanai. Iesākumā tika aplūkotas EMERALDA projekta ziņojumos un datu bāzē piedāvātās metodes ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai un izvērtēta to piemērotība GrassLIFE projektā izvēlēto pakalpojumu un tiem piedāvāto rādītāju novērtēšanai. Priekšroka tika dota tām metodēm, kuras ir salīdzinoši viegli realizējamas, izmantojot pieejamos datus vai citu pētījumu rezultātus, vai arī īstenojamas lauka apsekojumos projekta ietekmju vides monitoringa ietvaros. Tā rezultātā tika izveidota matrica, kur katram pakalpojuma veidam norādītas piemērotās novērtējuma metodes un sniegti ieteikumi katra pakalpojuma novērtējumam. Noslēgumā piedāvāti risinājumi tam, kā individuālu pakalpojumu novērtējumu integrēt vienotā projekta ietekmju novērtējuma matricā.

### 3. Zālāju sniegtie ekosistēmu pakalpojumi – Latvijas un ārvalstu pieredzes apraksts

#### 3.1. Vispārējs pārskats par zālāju sniegtajiem ekosistēmu pakalpojumiem

Atbilstoši *CICES* klasifikācijai Latvijas apstākļiem piemērotākie zālāju ekosistēmu pakalpojumi uzskaitīti 1. tabulā. Jaunākā *CICES* versija 5.1. piedāvā precizētu ekosistēmu pakalpojumu iedalījumu grupās, kas īpaši piemērota tādu sarežģītu ekosistēmu pakalpojumu kā detalizētākai ģenētisko resursu novērtēšanai. Tomēr saskaņā ar Eiropas Komisijas vadlīnijām ekosistēmu un to pakalpojumu novērtēšanai LIFE projektu ietvaros novērtētās pakalpojumu grupas būtu lietderīgi saistīt arī ar iepriekšējo *CICES* versiju 4.3, jo tā tiek izmantota arī LIFE projektu tiešsaistes ziņošanas sistēmā (*LIFE Key Project Indicators (KPI) webtool*).

1. tabula. Zālāju sniegtie ekosistēmu pakalpojumi Latvijā atbilstoši *CICES* klasifikācijai

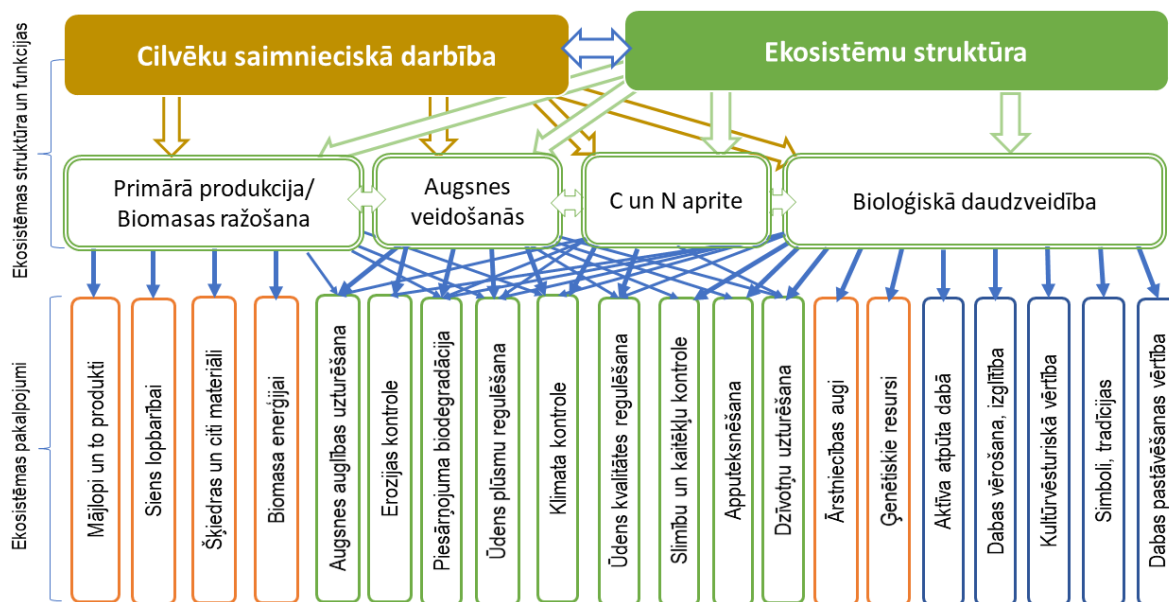
Pakalpojumu veids	<i>CICES</i> versija 5.1	<i>CICES</i> versijas 4.3 ekvivalents
Apgādes pakalpojumi	1.1.1.1. Kultūraugi pārtikai	1.1.1.1. Kultūraugi
	1.1.1.2. No kultūraugiem iegūtās šķiedras un citi materiāli tiešai izmantošanai un pārstrādei (sētajos zālajos iegūtais siens, pakaiši)	1.2.1.1. Šķiedras un citi materiāli no augiem, aļģēm un dzīvniekiem tiešai izmantošanai un pārstrādei
	1.1.1.3. Kultūraugi enerģijas ieguvei (biomasa no sētajiem zālājiem)	1.3.1.1. Augu materiāli enerģijas ieguvei
	1.1.3.1. Mājlopi pārtikas ieguvei	1.1.1.2. Mājlopi un to produkti
	1.1.3.2. Šķiedras un citi materiāli no mājlopiem (piemēram, āda, vilna, kūsmēsli)	1.2.1.2. No augiem, aļģēm un dzīvniekiem iegūstamie materiāli lauksaimniecības vajadzībām
	1.1.5.1. Savvaļas augi pārtikai	1.1.1.3. Savvaļas augi, aļģes un to produkti
	1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai un pārstrādei (dabiskajos zālajos iegūtais siens, pakaiši, medus)	1.1.1.3. Savvaļas augi, aļģes un to produkti; 1.2.1.2. No augiem, aļģēm un dzīvniekiem iegūstamie materiāli lauksaimniecības vajadzībām
	1.1.5.3. Savvaļas augi enerģijas ieguvei	<i>Nav iekļauts</i>
	1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki pārtikai	1.1.1.4. Savvaļas dzīvnieki un to produkti
	1.1.6.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas dzīvniekiem tiešai izmantošanai un pārstrādei	<i>Nav iekļauts</i>
	1.2.1.1. Ģenētiskais materiāls: sēklas, sporas u.c. augu materiāli, kas tiek ievākti populāciju uzturēšanai vai atjaunošanai	<i>Nav iekļauts</i>
	1.2.1.2. Ģenētiskais materiāls: augstāki un zemāki augi (veseli organismi), ko izmanto jaunu šķirņu veidošanai	1.2.1.3. Ģenētiskie materiāli no visas biotas
	1.2.1.3. Ģenētiskais materiāls: atsevišķi gēni, kas iegūti no augstākajiem un zemākajiem augiem jaunu bioloģisku vienību veidošanai	1.2.1.3. Ģenētiskie materiāli no visas biotas
	1.2.2.1. Ģenētiskais materiāls: dzīvnieki, kas tiek ievākti populāciju uzturēšanai vai atjaunošanai	<i>Nav iekļauts</i>
	1.2.2.2. Ģenētiskais materiāls: savvaļas dzīvnieki, kas tiek izmantoti jaunu šķirņu selekcijai	1.2.1.3. Ģenētiskie materiāli no visas biotas
	1.2.2.3. Ģenētiskais materiāls: atsevišķi gēni, kas iegūti no organismiem jaunu bioloģisku vienību veidošanai	1.2.1.3. Ģenētiskie materiāli no visas biotas
Vidi regulējošie pakalpojumi	2.1.1.1. Piesārņojuma biodegradācija (bioremidācija), ko veic mikroorganismi, aļģes, augi vai dzīvnieki	2.1.1.1. Piesārņojuma biodegradācija (bioremidācija), ko veic mikroorganismi, aļģes, augi vai dzīvnieki



Pakalpojumu veids	CICES versija 5.1	CICES versijas 4.3 ekvivalents
	2.1.1.2. Piesārņojuma filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/ akumulācija, ko veic mikroorganismi, aļģes, augi vai dzīvnieki	2.1.1.2. Piesārņojuma filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/ akumulācija, ko veic mikroorganismi, aļģes, augi vai dzīvnieki & 2.1.2.1....ko veic ekosistēmas
	2.1.2.1. Smaku mazināšana	2.1.2.3. Smaku/ trokšņu/ vizuāli nepievilcīgu skatu ietekmes mazināšana
	2.1.2.3. Vizuāli nepievilcīgu skatu aizsegšana	2.1.2.3. Smaku/ trokšņu/ vizuāli nepievilcīgu skatu ietekmes mazināšana
	2.2.1.1. Erozijas kontrole	2.2.1.1. Erozijas stabilizācija un kontrole
	2.2.1.3. Hidroloģiskā cikla un ūdens plūsmas regulēšana (ieskaitot plūdu ietekmes mazināšanu)	2.2.2.1. Hidroloģisko cikla un ūdens plūsmu uzturēšana & 2.2.2.2. Aizsardzība no plūdiem
	2.2.1.4. Aizsardzība no vēja	2.2.3.1. Aizsardzība no vētrām
	2.2.2.1. Apputeksnēšana	2.3.1.1. Apputeksnēšana un sēklu izplatīšana
	2.2.2.2. Sēklu izplatīšana	2.3.1.1. Apputeksnēšana un sēklu izplatīšana
	2.2.2.3. Dzīvotņu un vairošanās vietu uzturēšana	2.3.1.2. Dzīvotņu un vairošanās vietu uzturēšana
	2.2.3.1. Kaitēkļu kontrole (ieskaitot invazīvās sugas)	2.3.2.1. Kaitēkļu kontrole
	2.2.3.2. Slimību kontrole	2.3.2.2. Slimību kontrole
	2.2.4.1. Dēdēšanas process un tā ietekme uz augsnes auglību	2.3.3.1. Dēdēšanas procesi
	2.2.4.2. Sadalīšanās un piesaistes procesi un to ietekme uz augsnes auglību	2.3.3.2. Sadalīšanās un piesaistes procesi
	2.2.5.1. Saldūdens ķīmiskās kvalitātes regulēšana, ko nodrošina augi un dzīvnieki	2.3.4.1. Saldūdens ķīmiskā kvalitāte
	2.2.6.1. Atmosfēras un okeānu ķīmiskā sastāva regulēšana	2.3.5.1. Globālā klimata regulēšana, samazinot siltumnīcefekta gāzu koncentrāciju
	2.2.6.2. Temperatūras un mitruma regulēšana, ieskaitot ventilāciju un transpirāciju	2.3.5.2. Vietējā un reģionālā klimata regulēšana & 2.2.3.2. Ventilācija un transpirācija
<b>Kultūras pakalpojumi</b>	3.1.1.1. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur aktīvu mijiedarbību ar dabu	3.1.1.2. Tiesā (fiziska) dabas izmantošana dažādos vides apstākļos
	3.1.1.2. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur pasīvu mijiedarbību ar dabu vai novērošanu	3.3.1.1. Netiešas pieredzes gūšana no mijiedarbības ar augiem, dzīvniekiem un ainavām dažādos vides apstākļos
	3.1.2.1. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina zinātniskos pētījumus vai arī tradicionālo ekoloģisko zināšanu veidošanu	3.1.2.1. Zinātniskā nozīme
	3.1.2.2. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina izglītību un apmācības	3.1.2.1. Izglītojoša nozīme
	3.1.2.3. Ekosistēmu iezīmes, kas atspoguļojas kultūras mantojumā	3.1.2.3. Mantojuma, kultūras nozīme
	3.1.2.4. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina estētisko baudījumu	3.1.2.5. Estētiskā vērtība
	3.2.1.1. Ekosistēmu elementi, kuriem ir simboliska nozīme	3.2.1.1. Simboliskā nozīme
	3.2.1.2. Ekosistēmu elementi, kuriem ir svēta vai reliģiska nozīme	3.2.1.2. Svēta un/vai reliģiska nozīme
	3.2.1.3. Ekosistēmu elementi, kuriem ir izklaidējoša nozīme	3.2.1.3. Izklaidējoša nozīme
	3.2.2.1. Ekosistēmu iezīmes, kurām ir pastāvēšanas (esības) vērtība	3.2.2.1. Pastāvēšanas (esības) vērtība
	3.2.2.2. Ekosistēmu iezīmes, kurām ir saglabāšanas (novēlējuma) vērtība	3.2.2.2. Saglabāšanas (novēlējuma) vērtība

Kā jau iepriekš tika minēts, zālāju ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums ir atkarīgs no zālāju ekosistēmas struktūras un tajā notiekošajiem procesiem (kurus nosaka apsaimniekošanas veids, sugu sastāvs, augsnes auglība, mitruma apstākļi, reljefs un citi faktori), kā arī funkcijām (jeb atbalstošajiem pakalpojumiem). Zālāju apgādes pakalpojumu pamatā ir tāda funkcija kā ekosistēmas spēja ražot biomasu, kas arī ir iemesls, kādēļ zālāji ir tikuši ierīkoti un/vai uzturēti. Biomasas ražošanu savukārt ietekmē ekosistēmā notiekošā vielu aprīte, kas ietver oglekļa un barības vielu piesaisti. Šīs ekosistēmas funkcijas tiešā veidā nosaka arī vairākus vidi regulējošos pakalpojumus, piemēram, augsnes auglības uzturēšanu, ūdens ķīmiskās kvalitātes uzturēšanu, globālā klimata regulāciju (skatīt 2. attēlu).

Būtiska loma zālāju ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumā ir arī bioloģiskajai daudzveidībai, kas saistīta ar dzīvotņu un vairošanās vietu nodrošināšanu savvaļas sugām, līdz ar to nodrošinot arī apputeksnēšanas un kaitēkļu kontroles pakalpojumu, kā arī kalpo par pamatu vairākiem apgādes pakalpojumiem (piemēram, medus, ārstniecības augi, ietekme uz lopkopības produktu kvalitāti) un kultūras pakalpojumiem (dabas vērošanai, izglītībai un zinātnei, ainavas estētiskai vērtībai utt.). Ir pētījumi, kas norāda arī uz lineāru saistību starp bioloģisko daudzveidību un atsevišķām ekosistēmas funkcijām, piemēram, samazinoties sugu daudzveidībai, var samazināties arī biomasas produkcija, sadalīšanās un barības vielu aprītes efektivitāte (Schwartz et al., 2000). Tomēr, kā norādīts pētījumā (Haines-Young & Potschin, 2010), nozīmīgākā loma ekosistēmu pakalpojuma nodrošinājumā var arī nebūt sugu skaitam teritorijā, bet gan tādiem parametriem kā atsevišķu sugu vai to grupu raksturīgajām īpašībām, kas nodrošina konkrētas funkcijas. Piemēram, zālāja spēja piesaistīt barības vielas var būt atkarīga no tādu sugu īpatsvara, kurām šī īpašība ir vairāk izteikta. Ekosistēmas, kurās sugu funkcionālās grupas (t.i., sugu grupas, kuras nodrošina līdzīgas funkcijas) veido vairākas ekoloģiski līdzīgas sugas ar atšķirīgu reakciju uz vides slodzēm, labāk spēj pārvarēt vai pielāgoties nevēlamām vides izmaiņām, tādējādi turpinot nodrošināt sabiedrībai būtiskos ekosistēmu pakalpojumus (Latvija. Zeme, Daba, Tauta, Valsts, 2018).



2. attēls. Zālāju ekosistēmas struktūras un funkciju ietekme uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu

### 3.1.1. Apgādes pakalpojumi

Būtiskāko zālāju apgādes pakalpojumu veido **saražotā biomasa**, kas galvenokārt izmantojama kā barība lopiem (Estel et al., 2018), bet var kalpot arī kā bioenerģijas avots (Tonn et al., 2010; Heinsoo et al., 2010), dažādu šķiedru ieguvei (Harrison et al., 2010) vai arī kā izejviela kompostēšanai un

mēslojuma iegūšanai. Zālāja saražotais biomasas apjoms ir atkarīgs gan no augsnes auglības, gan apsaimniekošanas veida (Villoslada et al., 2018). Piemēram, sētie zālāji, kas tiek mēslooti, kā arī periodiski uzarti un pārsēti, parasti ir produktīvāki (tie var nodrošināt līdz pat 12 tonnām siena no ha); savukārt dabiskie zālāji, kas vismaz 20 gadus nav uzarti un mēslooti, parasti ir mazražīgāki (siena apjoms tajos, pļaujot vienu reizi, ir 0,5-5 tonnas no ha) (Latvija. Zeme, Daba, Tauta, Valsts, 2018). Tomēr pētījumi liecina, ka arī sugām bagāti dabiskie zālāji var nodrošināt augstus biomasas ražas rādītājus (Hooper et al. 2005, Bullock et al. 2007).

Saražotās biomasas apjoms jeb zālāja produktivitāte nosaka no zālājiem iegūstamo **lopkopības produktu** (gaļu, pienu, sieru utt.) apjomu (Estel et al., 2018), savukārt zālāja sugu sastāvs ietekmē tādas lopbarības īpašības kā gaļas un piena produktu kvalitāti (Hönigová et al., 2012; Bengtsson et al., 2019; Tasset et al., 2019). Vairāki pētījumi liecina, ka dabiskajos zālājos iegūtais siens ir bagātāks ar vitamīniem, mikroelementiem un bioloģiski aktīvām vielām (Hopkin, 2009), līdz ar to piena un gaļas produkti, kas iegūti no šiem zālājiem, ir kvalitatīvāki, ar labākām garšas īpašībām. Piemēram, ir pierādīts, ka zālāju sugu daudzveidība ietekmē siera tekstūru un citas sensorās īpašības. Eksperimentāli pētījumi, kas veikti siera ražotāju saimniecībās Francijā, liecina, ka dabiskajos zālājos ganīto lopu siers tekstūras ziņā ir cietāks, ar maigāku, augļaināku garšu, savukārt no kamolzāles zālājiem iegūtais siers ir mīkstāks un kūstošāks, ar stiprāku garšu (Coulon et al., 2004). Secināts arī tas, ka lopbarības avots var ietekmēt gaļas uzturvērtību – no zālājos ganītiem lopiem iegūtie gaļas produkti ir bagātāki ar omega-3 nepiesātinātām taukskābēm, salīdzinot tos ar spēkbarību piebarotu lopu produktiem (Hönigová et al., 2012). Dabiskajos zālājos ganītu lopu gaļas produkti satur arī mazāk taukus, bet ir bagātāki ar E vitamīnu (Fraser et al., 2009). Ir pētījumi, kas apliecina, ka arī mājlopu augšanas rādītāji būtiski neatšķiras atkarībā no zālāja veida. Piemēram, citā pētījumā Francijā novērtēts, ka mitrajos zālājos iegūtā lopbarība (īpaši tās sagremojamība) uzrāda augstus kvalitātes rādītājus, pat salīdzinot ar intensīvāk apsaimniekotajiem mēreni mitrajiem zālājiem (Tasset et al., 2019). Nozīmīgs faktors kvalitātes lopbarības iegūšanā ir pļaušanas laiks. Latvijas apstākļos ilggadīgajiem zālājiem piemērotākais pļaušanas laiks ir jūnija vidus (LLKC, 2013).

Gadījumos, kad zāles biomasas nav pieprasīta kā lopbarības resurss, to iespējams izmantot **bioenerģijas ražošanai** – apkurei un/vai elektroenerģijai vai arī kā biodegvielu transporta vajadzībām vai rūpniecībai (Skripsts et al., 2017). No zālājiem iegūstamais bioenerģijas potenciāls galvenokārt ir atkarīgs no zālāju produktivitātes, taču to var būtiski ietekmēt arī sugu sastāvs jeb zālāja biotops, kā arī biomasas ieguves laiks (Tonn et al., 2010). Līdz šim pasaulē bioenerģijas ieguvei galvenokārt tiek izmantotas kultivētas graudzāļu sugas, piemēram, klūdziņprosa, miskantes, kā arī Latvijā audzētais parastais miežabrālis (Krzyżaniak & Stolarski, 2017). Taču, kā liecina igauņu zinātnieku pētījumi (Heinsoo et al., 2010), arī dabisko zālāju biomasas var būt salīdzinoši labs bioenerģijas resurss – to enerģētiskā vērtībā svārstās no 18.1-18.6 kJ/g, kas ir tuvu parastā miežabrāļa sējumu vērtībai – 19 kJ/g. Šajā pētījumā arī aprēķināts, ka dabiskie zālāji varētu nodrošināt līdz pat 2% no Igaunijas primārā enerģijas patēriņa. Tomēr zāles biomasas izmantošanas iespējas apkurei neliela mēroga (vienas saimniecības) apkures katlos ierobežo augstais pelnu īpatsvars un kaitīgie izmeši, ko veido NO<sub>x</sub>, S, K un Cl savienojumi. Taču pētījumi Vācijā (Tonn et al., 2010), kā arī praktiskais piemērs Igaunijā, Lihulas pašvaldībā liecina, ka zāles biomasu var veiksmīgi izmantot vidēja mēroga apkures iekārtās, kā arī pašvaldību centralizētās apkures katlu mājās.

Zālāji ir nozīmīgs nektāraugu avots, nodrošinot tādu cilvēkiem nozīmīgu produktu kā **medus**. Zālāja potenciālo vērtību medus ieguvei nosaka augu sabiedrību floristiskais sastāvs un atsevišķo sugu potenciāls medus ieguvei (Affek, 2018). Medus ieguves potenciālu raksturojošie rādītāji ir medus izejvielu – nektāra un izsvīduma medus jeb “*medus raras*”, kā arī bitēm svarīgā barības avota – putekšņu – apjoms un pieejamība. Piemēram, medus ieguvei nozīmīgākās zālāju sugas Centrāleiropā norādītas garlapu mētra, baltais āboliņš, parastais daglītis, pēterene, vītola vējmieta, baltā panātre, pļavas dzelzene; savukārt kā nozīmīgie putekšņu avoti minēti ārstniecības pienene, baltais āboliņš un parastais daglītis (Kołtowski, 2006). Poļu pētnieki novērtējušie, ka sausie zālāji ir viena no ekosistēmām

ar augstāko medus nodrošinājuma potenciālu (Affek, 2018). Augu sugas, kas kalpojušas par pamatu medus ieguvei, būtiski ietekmē arī medus kvalitāti un garšas īpašības.

Sugām bagātie zālāji nodrošina cilvēkus ar **ārstniecības augiem** un **zāļu tējām** – apmēram viena trešdaļa no Latvijā savvaļā augošajiem ārstniecības augiem ir dabisko zālāju sugas (Latvija. Zeme, Daba, Tauta, Valsts, 2018). Zālāju sugu daudzveidība veido arī nozīmīgu **ģenētisko materiālu** (Picó & van Groenendael, 2007), kas ir resurss dažādu sugu populāciju uzturēšanai vai atjaunošanai, kultivēto graudzāļu šķirņu un krāšņumaugu selekcijai, kā arī atsevišķi gēnu iegūšanai, kas izmantojami jaunu bioloģisku vienību/organismu veidošanā.

### 3.1.2. Vidi regulējošie pakalpojumi

Zālāji nodrošina praktiski visus vidi regulējošos un uzturošos pakalpojumus. Taču intensitāte, kādā šie pakalpojumi tiek nodrošināti, ir atkarīga galvenokārt no tādiem faktoriem kā augsnes auglība (ko raksturo tādi rādītāji kā organisko vielu daudzums, barības vielas augsnē, granulometriskais sastāvs u.c.), sugu sastāvs, funkcionālās iezīmes (*functional traits*), augsnes biota, velēnas struktūra, kā arī zālāja apsaimniekošanas intensitāte. Līdz ar to dabiskajiem jeb pusdabiskajiem zālājiem, kuriem parasti raksturīga daudz lielāka augu sugu un augsnes organismu daudzveidība, kā arī attīstītāka velēna, salīdzinot ar aramzemēs sētajiem zālājiem, ir nozīmīgāka loma vidi regulējošo pakalpojumu nodrošinājumā.

Starp nozīmīgākajiem vidi regulējošajiem pakalpojumiem, ko sniedz zālāji, minami piesārņojuma mazināšana un ūdens kvalitātes uzlabošana, piesaistot barības vielas; augsnes auglības uzturēšana; plūdu ietekmes un erozijas mazināšana; kā arī savvaļas un kultūraugu apputeksnēšana, t.sk. nodrošinot dzīvotnes apputeksnētājiem.

Zālāju biomasa **piesaista organiskās vielas un slāpekli**, tādējādi nodrošinot augus ar barības vielām un vienlaicīgi mazinot barības vielu noplūdi ūdenstecēs, līdz ar to **uzlabojot saldūdens ķīmisko kvalitāti**. Zālāja spēju piesaistīt barības vielas nosaka to sugu sastāvs jeb tādu sugu klātbūtne un īpatsvars, kurām piemīt attiecīgās īpašības (Hooper et al., 2015; Haines-Young & Potschin, 2010). Savukārt augsnes mikrobioloģiskās aktivitātes rezultātā amonija joni ( $\text{NH}_4^+$ ) un nitrāti ( $\text{NO}_3^-$ ) tiek transformēti par  $\text{N}_2\text{O}$ , tādējādi denitrifikācijas ceļā izvadot slāpekli atmosfērā nepiesārņojošā veidā (Hönigová et al., 2012). Slāpeklis tiek izņemts no zālāju ekosistēmas, tos noplūdot un novācot sienu.

Organisko vielu piesaiste ir saistīta arī ar **augšņu auglības uzturēšanu**, kuru nosaka augsnes tekstūra, pH vērtība un augsnes biotas daudzveidība un aktivitāte, kas uztur augsnei raksturīgo struktūru un veicina sadalīšanās un noārdīšanās procesus (Maeder et al., 2002). Dabiskos zālājos parasti ir lielāks organiskā oglekļa daudzums augsnē, salīdzinot ar citiem lauksaimniecības zemes izmantošanas veidiem, piemēram, aramzemi. Pētījumi Amerikas Savienotajās Valstīs liecina, ka organiskā oglekļa daudzums augsnē var palielināties atkarībā no apsaimniekošanas veida – piemēram, mēslošana ar slāpekli palielina oglekļa krājumus augsnē; ganīšanas rezultātā augsnē atgriežas vairāk oglekļa, salīdzinot ar pļaušanu, taču oglekļa piesaisti ietekmē arī ganīšanas intensitāte (Franzluebbers, 2009).

Ekosistēmu spēja piesaistīt oglekli ir pamatā arī tādām ekosistēmu pakalpojumam kā **globālā klimata regulācija** (Bartholomé et al., 2018). Oglekļa uzkrāšanās daudzums augsnē ir atkarīga no jau esošās C un N koncentrācijas, barības vielu ievades, augsnes tipa, klimatiskajiem un mitruma apstākļiem, kā arī apsaimniekošanas veida (Eze et al., 2018; Kayser et al., 2018). Pētījumi liecina, ka mērenās joslas zālāji spēj piesaistīt salīdzinoši lielu apjomu  $\text{CO}_2$ , tādējādi sniedzot būtisku ieguldījumu klimata pārmaiņu mazināšanā (Eze et al., 2018). Ir aprēķināts, ka zālāji Eiropā augsnes virsējā slānī, augšējos 30 cm uzglabā 5.5 Gt oglekļa (Lugato et al., 2013). Taču vienlaikus zālāji arī izdala oglekli caur dažādiem organismu funkcionālajiem procesiem, kā arī ugunsgrēku, augsnes erozijas un ūdens izskalošanās rezultātā (Hönigová et al. 2012). Turklāt zālāju spēju piesaistīt  $\text{CO}_2$  negatīvi ietekmē zālāju apsaimniekošanas intensifikācija vai uzāršana. Piemēram, palielinot ganīšanas intensitāti, samazinās organiskā oglekļa apjoms, kas atgriežas augsnē, kā arī atmosfērā izdalās vairāk oglekļa ( $\text{CO}_2$  un  $\text{CH}_4$  savienojumu) un slāpekļa veidā (Soussana un Lemaire, 2014).

Zālājiem ir nozīmīga loma **ūdens plūsmu regulēšanā** – pateicoties to spējai piesaistīt vai aizturēt ūdens masas, tie var ievērojami mazināt ūdens noteci un plūdu riskus. Zālāji spēj samazināt ūdens noteci par 20 % vairāk nekā aramzemes un par 50% vairāk nekā urbānās teritorijas (Hönigová et al. 2012). Ūdens piesaistes potenciālu nosaka infiltrācijas process, kas ir atkarīgs no augsnes tipa un granulometriskā sastāva, organiskās vielas satura augsnē, slieku darbības, augsnes sākotnējā mitruma. Latvijā plūdu risku mazināšanā nozīmīgākā loma ir palieņu zālājiem. Vienlaikus zālāji sniedz arī ievērojamu ieguldījumu vēja un ūdens radītās **augšnes erozijas mazināšanā**, ko galvenokārt nosaka augsnes granulometriskais sastāvs, reljefs, velēnas struktūra un biezums. Aprēķināts, ka Eiropā vidēji augsnes zudumi erozijas rezultātā ir 2,46 t/ha gadā un 30,4% no augsnes zudumiem veidojas aramzemēs, salīdzinot ar ganībām, kur tas ir 7,6% no kopējā augsnes zuduma (Panagos et al., 2015). Latvijā kā būtiskākie vērtējami galvenokārt ūdens erozijas riski, kas, lai arī kopumā izpaužas ar salīdzinoši zemu intensitāti, tomēr var būtiski pastiprināties ekstrēmu laikapstākļu, kā arī nepiemērota zemes apsaimniekošanas veida rezultātā. Tiešais ūdens erozijas radītais kaitējums saistīts ar organisko vielu zudumu, augsnes sablīvēšanos, barības vielu zudumu, izskalojumu un gravu veidošanos, augu bojāeju u.c., savukārt netiešais – var veicināt ūdens piesārņojumu un eitrofikācijas riskus (Kārklīņš un Bērziņa, 2016). Erozijas risks vērtējams kā būtisks, ja nogāzes slīpums ir 4<sup>0</sup> un vairāk. Tādēļ šādās teritorijās aramzemes būtu jāaizstāj ar ilggadīgajiem zālājiem. Savukārt aramzemēs, kur nogāzes slīpums pārsniedz 2<sup>0</sup>, erozijas risku mazināšanai būtu nepieciešams ierīkot zālāju joslas. Pētījumi liecina, ka dabiskos apstākļos, kur nenotiek lauksaimniecības darbības, ūdens erozijas rezultātā gadā var noskaloties līdz 1000 kg augsnes no ha (Soms, u.c., 2015). Vidējā erozijas zālajos Eiropas reģionos ir 300 kg/ha gadā, turpretī no aramzemēm 4400 kg/ha gadā (Cerdal et al., 2010). Zālajos, kur veģetācija nav ļoti saslēgta un blīva vai arī tie ir novietoti uz ļoti stāvām nogāzēm, to erozijas apjoms var būt lielāks par 2,7 t/ha gadā. Latvijā vidējais erozijas apjoms no lauksaimniecības zemēm ir 0,3-0,5 t/ha gadā (Panagos et al., 2015).

Viens no nozīmīgākajiem un arī visvairāk pētītajiem zālāju sniegtajiem vidi regulējošiem pakalpojumiem ir **dzīvotņu nodrošināšana savvaļas apputeksnētāju sugām**: savvaļas bitēm, ziedmušām, kameņēm u.c. Attālums līdz dabiskām dzīvotnēm (t.sk. zālājiem) vairākos pētījumos ir atzīts kā galvenais faktors, kas nosaka apputeksnētāju apmeklējumu intensitāti un daudzveidību (Ricketts et al., 2008). Pētījumā (Denisow & Wrzesień, 2015) novērtēts, ka bišu sugu daudzveidība un īpatņu skaits ir būtiski lielāks, ja attālums līdz dabiskām dzīvotnēm ir mazāks par 1 km un lauka izmērs nepārsniedz 10 ha. Samazinoties apputeksnētāju daudzveidībai un apmeklējumu intensitātei, novērojams kultūraugu ražības kritums (Jauker et al., 2011). Šajā pētījumā (Jauker et al., 2011) izvērtēta krāšņlapseņu *Osmia rufa* un divu ziedmušu sugu (*Eristalis tenax* un *Episyrphus balteatus*) nozīme rapšu apputeksnēšanā un pierādīts, ka rapšu pākšu un sēklu daudzums palielinās, pieaugot minēto sugu (īpaši krāšņlapseņu) blīvumam. Turklāt novērtēts, ka rapša ražas, kas iegūtas šo savvaļas sugu apputeksnēšanas rezultātā, ir pielīdzināmas Eiropas medus bišu apputeksnēšanas efektivitātei. Savukārt eksperimentāli pētījumi Anglijā pierāda, ka, palielinot augu sugu daudzveidību zālajos (iekļaujot sugu sastāvā ziedaugus), palielinās apputeksnētāju daudzveidība un īpatņu skaits, līdz ar to arī veicinot apkārtesošo kultūraugu apputeksnēšanu (Orford et al., 2016). Pētījuma autori norāda, ka šis efekts ir saistīts ar pieaugošu ziedaugu-apputeksnētāju mijiedarbību stabilitāti augu sabiedrību līmenī. Augstāks apputeksnētāju apmeklējumu biežums un daudzveidība tika novērtēta saistībā ar tādām sugām kā ārstniecības pienene un tīruma usne, savukārt parastais cigoriņš ir nozīmīgs gan apputeksnētāju piesaistīšanai, gan zālāju agronomisko īpašību uzlabošanai. Bet citā pētījumā (Winfree et al., 2015) norādīts, ka apputeksnēšanas pakalpojuma nodrošināšanā nozīmīgākā loma ir tieši dominējošo apputeksnētāju sugu indivīdu skaitam un salīdzinoši mazāk svarīga ir apputeksnētāju daudzveidība. Apputeksnētāju skaitu ekosistēmā vai biotopā nosaka pieejamie resursi, kas nepieciešami to izdzīvošanai un vairošanās nodrošināšanai – ligzdošanas vietu pieejamība un kvalitāte, kā arī ziedaugu un citu barības resursu pieejamība. Polijā veiktā pētījumā (Affek, 2018) izvērtēts dažādu ekosistēmu potenciāls apputeksnēšanas pakalpojuma nodrošināšanai (šajā gadījumā kā apputeksnētāji analizētas tikai savvaļas bišu sugas). Pētījuma rezultāti liecina, ka augstākais apputeksnēšanas pakalpojuma

potenciāls piemīt tieši sausajiem zālājiem (1500-2500 indivīdu/ha<sup>-1</sup>), kam seko priežu jaunaudzes (<40 gadi) (1000-1500 indivīdu/ha<sup>-1</sup>); nākamās nozīmīgākās ekosistēmas ir pārējie priežu un jaukto mežu tipi (200-600 indivīdu/ha<sup>-1</sup>), kā arī zālāji uz mitrām minerālaugsnēm (200-300 indivīdu/ha<sup>-1</sup>) un kūdras augsnēm (100-200 indivīdu/ha<sup>-1</sup>).

Plēsīgās kukaiņu, zirneklveidīgo un citas posmkāju sugas, kā arī parazitāru sugas barojas ar kultūraugu kaitēkļu sugām, ierobežojot to populācijas un tādējādi nodrošinot bioloģisko kontroli jeb **kaitēkļu kontroles pakalpojumu** (Landis et al., 2008). Pētījumi Amerikas Savienotajās Valstīs apliecina, ka sugām bagātos daudzgadīgos zālajos sastopams ievērojami lielāks apjoms kultūraugu kaitēkļu dabisko ienaidnieku, salīdzinot ar kukurūzas laukiem (Werling et al., 2011). Kaitēkļu kontroles pakalpojuma potenciāls ir atkarīgs no ainavas struktūras daudzveidības un attāluma līdz pus-dabiskajām dzīvotnēm – mežmalām, jaukta tipa veģetācijas, kā arī zālājiem (aprēķināts, ka lidojošo plēsīgo kukaiņu izplatība visvairāk ir novērojama līdz 500 m attālumā no (pus)-dabiskajām dzīvotnēm) (Rega et al., 2018).

### 3.1.3. Kultūras pakalpojumi

Zālājiem (īpaši dabiskajiem) ir arī nozīmīga loma kultūras pakalpojumu nodrošinājumā. Kā neatņemams Latvijas kultūrainavas elements tie nosaka lauku ainavas kvalitāti, kā arī tūrisma potenciālu (Latvija. Zeme, Daba, Tauta, Valsts, 2018). Zālājiem piemīt tādas ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur **aktīvu mijiedarbību ar dabu** (piemēram, pastaigas, skriešana, slēpošana, medības), kā arī **pasīvu mijiedarbību vai novērošanu** (piemēram, ainavas baudīšana, fotografēšana, putnu vērošana) (Hönigová et al., 2012). Vairāki pētījumi apliecina, ka sabiedrībā augstu vērtē sugām bagāto zālāju **estētisko vērtību** (Rewitzer et al., 2017; Southon et al., 2017). Ierīkojot dabas izziņas takas vai organizējot mācību pastaigas, zālāji var kalpot skolēnu, studentu, kā arī sabiedrības **izglītošanai** par savvaļā sastopamajām sugām, dabas procesiem un ekosistēmu pakalpojumiem. Tāpat kā jebkurai citai ekosistēmai, arī zālājiem piemīt **zinātniska vērtība** – tajos tiek veikti pētījumi par dažādu sugu un augu sabiedrību izplatību un stāvokli, to noteicošajiem faktoriem un mijiedarbībām, cilvēku saimnieciskās darbības ietekmi un sukcesijas procesiem, kā arī zālāju lomu dažādu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumā. Ilggadīgiem zālājiem, kas tiek apsaimniekoti ar tradicionālām metodēm (piemēram, parkveida pļavas un ganības), kā arī zālajos sastopamajām seno saimniekošanas veidu liecībām (piemēram, akmens krāvumiem un dižkokiem, siena zārdiem un citiem ainavas elementiem) piemīt **kultūrvēsturiska vērtība**, kas vienlaikus palielina ainavas estētisko vērtību un vietas tūrisma potenciālu. Latvijā zālājiem ir arī **simboliska un garīga nozīme**, kas saistīta ar zālāju lomu tautas tradīcijās, īpaši Līgo vakara vai vasaras saulgriežu atzīmēšanas rituālos (piemēram, vainagu pīšana un telpu dekorēšana ar pļavas ziediem, vērtīšanās rīta rasā). Zālājiem, tāpat kā citām ekosistēmām, ir nozīmīga **pastāvēšanas vērtība** – prieks par to, ka zālāji pastāv, un **saglabāšanas vērtība** – sabiedrības vēlme rūpēties, lai zālāji un to bioloģiskā daudzveidība ar tās jau izmantojamiem, kā arī vēl neapgūtajiem resursiem tiek saglabāti nākamajām paaudzēm.

## 3.2. Līdzšinējie zālāju ekosistēmu pakalpojumu pētījumi Latvijā un ārvalstīs

Zālāju ekosistēmu pakalpojumi ir aktuāla pētījumu joma gan Latvijā, gan pasaulē, kaut arī plašu ekosistēmu pakalpojumu klāstu aptveroši novērtējumu, kas vērsti tieši uz zālāju ekosistēmām, ir salīdzinoši maz. Lielākajā daļā pētījumu zālāji iekļauti kā viena vērtētajām ekosistēmām, kas ļauj salīdzināt zālāju ieguldījumu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumā, salīdzinot ar citām ekosistēmām (piemēram, mežiem, aramzemēm, mitrainēm), bet nesniedz pietiekami detalizētu izvērtējumu atkarībā no zālāja tipa vai apsaimniekošanas veida. Šādos pētījumos bieži tiek izmantots ekspertu vērtējums vai arī empīriskie dati, balstoties uz zinātnisko literatūru un lauku pētījumiem, kas tiek attiecināti uz konkrētu zemes seguma vai lietojuma veidu (izmantojot matricas metodi un novērtējot dažādu zemes segumu sniegto ekosistēmas pakalpojumu potenciālu salīdzinošā skalā). Šāda pieeja tika izmantota arī Lietuvā, veicot ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu un kartēšanu nacionālā mērogā (Depellegrin et

al., 2016). Pētījumā tika izmantotas *CORINE Land Cover 2006* zemes seguma klases, kas ļauj izvērtēt atšķirības starp atsevišķiem lauksaimniecības zemes seguma veidiem, kā arī citiem zemes lietojuma veidiem (skatīt 2. tabulu). Kopumā iekļauts 31 zemes seguma tips un 31 ekosistēmu pakalpojums.

2. tabula. Ekosistēmu pakalpojumu novērtējums Lietuvā, izmantojot *CORINE Land Cover 2006* zemes seguma veidus (Depellegrin et al., 2016). Vērtējums skalā no 0-5, kur 0 nozīmē, ka konkrētajam zemes segumam nav potenciāla nodrošināt konkrēto pakalpojumu, bet 5 – ļoti augsts potenciāls. Skaidrojums: šeit atspoguļoti tikai atsevišķi pētījuma novērtētie zemes seguma veidi un ar lauksaimniecību saistītie ekosistēmu pakalpojumi.

Zemes seguma veidi pēc <i>Corine Land Cover 2006</i>	Apgādes pakalpojumi										Vidi regulējošie pakalpojumi										Kultūras pakalpojumi				
	Kultūraugi	Biomasa enerģijai	Lopbarība	Mājlopi	Šķiedras	Malka apkurei	Savvaļas augi/dzīvnieki pārtikai	Izejvielas bioķīmijai un medicīnai	Globālā klimata regulācija	Vietējā klimata regulācija	Gaisa kvalitātes regulācija	Ūdens plūsmu regulācija	Ūdens attīrīšana	Barības vielu regulēšana	Erozijas kontrole	Dabas katastrofu regulēšana	Apputeksnēšana	Kaitēkļu un slimību kontrole	Piesārņojuma regulēšana	Rekreācija un tūrisms	Ainavas estētiskā vērtība/iedvesma	Zināšanas	Reliģiska un garīga pieredze	Kultūras mantojums	Dabas mantojums un daudzveidība
Dabiskie zālāji	0	1	2	3	0	0	5	1	2	3	0	2	3	4	5	2	3	2	2	3	4	5	1	3	3
Ganības	0	1	5	5	0	0	2	1	1	3	0	2	0	1	4	2	2	2	4	2	2	2	0	3	1
Lauksaimniecība un dabiska veģetācija	3	3	1	2	4	2	2	1	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	1	3	3	
Neapūdeņota aramzeme	5	5	5	3	2	0	1	3	1	2	0	1	0	1	0	1	1	2	2	2	3	0	2	0	
Jauktie meži	0	1	2	0	1	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	4	5	5
Lapkoku meži	0	1	1	0	1	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5
Skujkoku meži	0	1	1	0	1	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4
Pilsētu zaļās teritorijas	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	4	4	1	0	2	2

Vienu no visaptverošākajiem zālāju ekosistēmu pakalpojumu pētījumiem veikuši čehu zinātnieki (Hönigová et al., 2012), kas, balstoties uz zinātnisko literatūru, izanalizējuši zālāju lomu saistībā ar sešiem apgādes, deviņiem vidi regulējošiem, pieciem kultūras pakalpojumiem, kā arī atsevišķi vēl izdalot divus dzīvotņu pakalpojumus: migrējošo sugu dzīves cikla uzturēšana un ģenētiskās daudzveidības uzturēšana. Pētījumā kvantitatīvi novērtēta vairāku dabisko zālāju tipu sniegto ekosistēmu pakalpojumu biofizikālā un ekonomiskā vērtība, kā arī veikta atsevišķu pakalpojumu veidu (pieļaujama lopu skaita, oglekļa piesaistes un ūdens plūsmu regulēšanas) kartēšana nacionālā mērogā.

Plašs zālāju ekosistēmu pakalpojumu novērtējums veikts arī Latvijā, Igaunijā un Lietuvā projekta LIFE Viva Grass ietvaros. Projektā iesaistītie eksperti izstrādājuši zālāju tipoloģiju, izdalot 30 zālāju tipus atkarībā no to apsaimniekošanas intensitātes, zemes kvalitātes un novietojuma reljefā, kā arī novērtējuši šiem tiptiem piecu apgādes un astoņu vidi regulējošo pakalpojumu nodrošinājuma potenciālu (Villoslada et al., 2018). LIFE Viva Grass ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma matrica pievienot **2. pielikumā**. Balstoties uz projekta ekspertu vērtējumu, visvairāk ekosistēmu pakalpojumu ar augstu vai ļoti augstu vērtību sniedz dabiskie zālāji – visaugstāk novērtēts šo zālāju apputeksnēšanas pakalpojuma potenciāls, kā arī bioremidācija, kam seko globālā klimata regulācija, dzīvotņu uzturēšana un ārstniecības augu potenciāls (pēdējie divi augstu novērtēti dabiskos zālājos ar zemu vai vidēji zemu augsnes auglību). Pārējiem ilggadīgajiem zālājiem salīdzinoši augsts potenciāls norādīts attiecībā uz

apputeksnēšanu un bioremidāciju, kā arī auglīgās un vidēji auglīgās augsnēs – uz globālo klimata kontroli. Kultivētajiem zālājiem augsts vai ļoti augsts potenciāls novērtēts saistībā ar mājlopiem un to produktiem; auglīgajās augsnēs augstas vērtības noteiktas arī siena ieguvei un biomasas izmantošanai enerģijas ieguvei, kā arī filtrācijai, augsnes auglības uzturēšanai un klimata kontrolei, bet organiskajās augsnēs – mājlopiem un to produktiem, bioremidācijai un filtrācijai. Eroziņas potenciāls augstu novērtēts dabiskajos un ilggadīgajos zālajos uz stāvām vai lēzenām nogāzēm. Papildus eksperti izstrādājuši indikatorus un novērtējuši projekta teritorijās četrus kultūras pakalpojumus (ainavas estētisko vērtību, kultūras mantojuma vērtību, kā arī rekreācijas un izglītošanas potenciālu), tomēr šis vērtējums nav balstīts uz zālāju tipiem, bet gan papildus apkopotajiem telpiskajiem datu slāņiem par ainavas struktūru, kultūrvēsturiskajiem objektiem, tūrisma infrastruktūru utt. Novērtējuma matrica un apkopotie datu slāņi ir iekļauti Viva Grass tiešsaistes rīkā<sup>6</sup>, kas ļauj aplūkot ekosistēmu pakalpojumu vērtības, sākot no viena lauka līmeņa līdz pat visu trīs valstu nacionālajam mērogam, kā arī palīdz šo informāciju izmantot dažādos zemes pārvaldības un plānošanas kontekstos.

Padziļināts dabisko zālāju ekosistēmu pakalpojumu novērtējums veikts Igaunijā, izmantojot pieejamos datus par augu sugu daudzveidību un augsnes organisko oglekli kā “surogāt-indikatorus” piecu ekosistēmu pakalpojumu (apputeksnēšanas, ārstniecības augu, barības vielu aprites un aiztures, biomasas ražošanas) nodrošinājuma novērtēšanai nacionālā mērogā (Villoslada Peciņa et al., 2019). Pētījumā ietverti četri ES Biotopu direktīvas I pielikuma biotopi (piejūras zālāji 1630, palieņu zālāji 6450, ziemeļu alvāri 6280, parkveida pļavas un ganības 6530/9070), kuru izplatības vietās kartēta augu sugu daudzveidība un organiskā oglekļa saturs augsnē, kā arī apzināti ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma “karstie punkti”, kur abi parametri uzrāda augstākās vērtības. Pētījuma rezultāti norāda, ka visvairāk ekosistēmu pakalpojumu “karsto punktu” sastopami parkveida pļavās un ganībās, tādējādi norādot uz šī biotopa daudzfunkcionalitāti.

Vairums uz zālājiem vērsto pētījumu, kuros veikts kvantitatīvs uz lauka pētījuma datiem vai modelēšanu balstīts ekosistēmu pakalpojumu novērtējums, skar tikai vienu vai dažus pakalpojumu veidus. Liels skaits pētījumu veltīti biomasas produktivitātei un tās saistībai ar lopbarības vai lauksaimniecības produktu nodrošinājumu un kvalitāti. Ir veikta arī globālu datu analīze, apkopojot 48 rakstos publicētu 2753 novērojumu rezultātus, lai izvērtētu produktivitātes saistību ar sugu daudzveidību, kā arī to, vai bioloģiskā N<sub>2</sub> fiksācija nodrošina pietiekamu slāpekļa daudzumu augu augšanai (Ashworth et al., 2018). Vairākos pētījumos biomasas produktivitāte tiek modelēta saistībā ar sugu daudzveidību, augu funkcionālajam iezīmēm un dažādiem ietekmējošiem faktoriem – augsnes auglību, klimatiskajiem apstākļiem un apsaimniekošanas veidu (Qi et al., 2017; Moulin et al., 2018). Francijā veikts pētījums mitrajos zālajos, novērtējot augu funkcionālo iezīmju (lapu virsmas laukuma, lapu sausnas satura un lapu slāpekļa satura) ietekmi uz lopbarības kvalitāti (sagremojamību un proteīna saturu) (Tasset et al., 2019).

Viena no visvairāk pētītajām tēmām saistībā ar zālāju ekosistēmām ir oglekļa un slāpekļa aprite un tās saistība ar augsnes auglības uzturēšanu un globālā klimata regulāciju. Balstoties uz lauka novērojumiem vai eksperimentāliem pētījumiem zālajos, ir mērīti oglekļa krājumi augsnē, saknēs un biomasā, CO<sub>2</sub> aprite augsnē (Carolan & Fornara, 2016), kā arī augu sugu sastāva un sakņu sistēmas ietekme uz augsnes struktūru, stabilitāti un auglību (Gould et al., 2016). Britu zinātnieki (Eze et al., 2018) veikuši plašu līdzšinējo pētījumu analīzi globālā mērogā (izmantojot rezultātus no 136 publikācijām, kas aptver 341 neatkarīgus pētījumus), lai izvērtētu zālāju apsaimniekošanas veidu (ganīšanas, kaļķošanas un mēslošanas) ietekmi uz organiskā oglekļa saturu augsnē dažādās klimatiskajās joslās. Vācu zinātnieki izvērtējuši dažādas intensitātes zālāju ielabošanas/kultivēšanas metožu ietekmi uz oglekļa un slāpekļa apriti, salīdzinot īstermiņa un ilgtermiņa ietekmes (Kayser et al., 2018). Savukārt pētījumā (Bartholomé et al., 2018), balstoties uz 157 zinātnisko rakstu analīzi, izvērtētas izmantotās metodes oglekļa krājumu aprēķināšanai mežu un zālāju ekosistēmās, kā arī izstrādātas un testētas viegli īstenojamas lauka metodes, kas izmantojamas, lai novērtētu oglekļa

<sup>6</sup> <https://vgrass.hnit-baltic.lt/vgsites/vgviewer/>



krājumus virszemes biomasā, apakšzemes biomasā, organiskās vielas daudzumu atmirušajā biomasā, kā arī augsnes organisko oglekli.

Otra plaši pētītā zālāju ekosistēmu pakalpojumu tēma ir apputeksnēšana. Pētījumi ietver gan vietējā mēroga lauka pētījumus, nosakot savvaļas apputeksnētāju izplatību dažādos biotopos atkarībā no to ziedaugu sastāva un apputeksnētājiem pieejamajiem barības resursiem (Denisow & Wrzesień, 2015; Cole et al., 2017; Lucas et al., 2017 u.c.), kā arī veicot novērtējumu par savvaļas bišu lomu kultūraugu apputeksnēšanā (Holzschuh et al., 2012; Orford et al., 2016 u.c.), līdz pat visas Eiropas mēroga apputeksnēšanas potenciāla modelēšanai, pieņemot, ka atsevišķi biotopu veidi (mežmalas, sugām bagātie zālāji un upju ielejas) nodrošina piemērotākās dzīvotnes apputeksnētājiem (Zulian et al., 2013).

Kaut arī ir atzīts, ka pus-dabiskajiem biotopiem, t.sk. zālājiem, ir nozīmīga loma lauksaimniecības kaitēkļu kontrolē, tomēr šajā jomā ir salīdzinoši maz padziļinātu pētījumu. Kaitēkļu kontroles potenciāls Eiropas mērogā modelēts, balstoties uz ainavas struktūru un tās ietekmi uz lidojošo plēsīgo kukaiņu izplatību (Rega et al., 2018). Salīdzinoši maz detalizētu pētījumu publicēts par zālāju lomu ūdens plūsmu regulēšanā, erozijas un piesārņojuma kontrolē, kā arī trūkst pētījumu par zālāju sniegtajiem kultūras pakalpojumiem.

Liels skaits pētījumu aplūko dažādu zālāju apsaimniekošanas veidu, kā arī zālāju atjaunošanas ietekmi uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu (Ford et al., 2012; Ekroos et al., 2014; Van Vooren et al., 2018 u.c.). Nozīmīga pētījumu joma ir arī saistība starp zālāju bioloģisko daudzveidību un ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu (When et al., 2018). Tomēr joprojām nav gūta viennozīmīga atbilde jeb pierādīta stabila sakarība starp biomasas produktivitāti un sugu daudzveidību – vairāki pētījumi, kā arī meta-datu analīzes ir nonākušas pie atšķirīgiem rezultātiem (Stevens et al., 2018).

Kaut arī Latvijā līdz šim nav veikts padziļināts, uz lauka pētījumiem balstīts zālāju ekosistēmu pakalpojumu novērtējums un kartēšana, tomēr ieskatu par to pakalpojumu potenciālu sniedz gan lauksaimniecības zemes uzskaites dati (t.sk. Lauku atbalsta dienesta apkopotā informācija par zālāju izplatību un apsaimniekošanas veidu), dabisko zālāju inventarizācijas rezultāti, kā arī citi pieejamie telpiskie datu slāņi. Šāda pieeja izmantota jau iepriekš minētajā LIFE Viva Grass projektā (Villoslada et al., 2018), kura ietvaros izstrādātais integrētās plānošanas rīks ļauj identificēt ekosistēmas pakalpojumu potenciālu atkarībā no agro-ekoloģiskajiem apstākļiem (apsaimniekošanas veida, zemes kvalitātes un reljefa) visā Latvijas teritorijā.

Savukārt LIFE GRASSERVICE projektā, Lauku atbalsta dienesta datus kombinējot ar lauka pētījumiem un attālās izpētes datiem, ir salīdzinoši precīzi novērtēta zālāju biomasas produktivitāte un potenciāls bioenerģijas ražošanai Siguldas un Ludzas novadā. LIFE GRASSSERVICE projekts īstenojis arī sociālu pētījumu par dažādu zālāju sniegto ekosistēmas pakalpojumu nozīmi sabiedrības skatījumā. Ar sākotnējo mērķi izglītot sabiedrību par zālāju sniegtajiem ekosistēmu pakalpojumiem, 2015. gadā rīkotās “Dabas koncertzāles” ietvaros tika izstrādātas trīs informatīvas planšetes – “Produkti” jeb apgādes pakalpojumi (siens, zāles biomasas enerģijai, medus, ārstniecības augi), “Procesi” jeb vidi regulējošie pakalpojumi (tīrs ūdens, stabila augsne, apputeksnēšanas nodrošināšana), “Baudījums” jeb kultūras pakalpojumi (atpūta dabā, skaista ainava, Jāņu vainags). Pasākumu dalībnieki, izmantojot žetonus, varēja nobalsot par sev būtiskākajiem zālāju sniegtajiem pakalpojumiem. Planšetes pēc tam tika izmantotas vairākos LIFE GRASSSERVICE un citu projektu pasākumos, kopumā iegūstot ap 1700 respondentu vērtējumu. Apkopojot visus balsojumu rezultātus, visaugstāko vērtējumu sabiedrības skatījumā guvis vidi regulējošais pakalpojums “tīrs ūdens”, kam seko apgādes pakalpojumi “medus” un “ārstniecības augi”, kā arī kultūras pakalpojums “skaista ainava”. Viszemāko vērtējumu guvis apgādes pakalpojums “zāle enerģijai”.

### 3.3. Secinājumi par līdzšinējiem pētījumiem saistībā ar zālāju ekosistēmu pakalpojumiem

- Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums (t.sk. zālāju) ir atkarīgs no ekosistēmas struktūras un tajā notiekošajiem procesiem, kurus nosaka vai ietekmē apsaimniekošanas veids, sugu sastāvs, augsnes auglība, mitruma apstākļi, reljefs u.c. faktori.
- Zālāji sniedz būtisku ieguldījumu praktiski visās ekosistēmu pakalpojumu grupās (izņemot ar saldūdens un jūras ekosistēmu izmantošanu saistītos pakalpojumus). Dabiskie, sugām bagātie zālāji kopumā nodrošina daudz vairāk pakalpojumu ar augstām vai ļoti augstām vērtībām, salīdzinot ar aramzemēs sētajiem zālājiem. Kaut arī tie vidēji nodrošina mazāku biomasas produktivitāti, vairāki pētījumi apliecina, ka iegūstamā lopbarības, kā arī gaļas un piena produktu kvalitāte ir salīdzinoši augsta. Turklāt dabiskie zālāji sniedz lielāku ieguldījumu vairumam vidi regulējošo pakalpojumu nodrošinājuma, t.sk. apputeksnēšanai, dzīvotņu uzturēšanai, augsnes auglības uzturēšanai un piesārņojuma mazināšanai, ūdens plūsmu regulēšanai, t.sk. plūdu un erozijas mazināšanai u.c.
- Lai arī zālāju ekosistēmu pakalpojumi ir kļuvuši par būtisku pētījumu jomu gan pasaulē, gan Latvijā, joprojām ir salīdzinoši maz pētījumu, kas aptvertu un salīdzinātu dažādu kategoriju zālājus. Lielākajā daļā pētījumu zālāji iekļauti kā viena no vērtētajām ekosistēmām, salīdzinot tos ar citām ekosistēmām (piemēram, mežiem, aramzemēm, mitrainēm).
- Vairums uz zālājiem vērsto pētījumu, kuros veikts kvantitatīvs uz lauka pētījuma datiem vai modelēšanu balstīts ekosistēmu pakalpojumu novērtējums, skar tikai vienu vai dažus pakalpojumu veidus. Visvairāk no mūsu apzinātajiem pētījumiem ir fokusēti uz oglekļa apriti un globālā klimata regulāciju. Salīdzinoši daudz pētījumu ir arī par apputeksnēšanu un zālāju produktivitāti kā lopbarības resursu. Mazāk pētīta ir zālāju tipa ietekme uz lopbarības kvalitāti, kā arī to loma ūdens plūsmu regulēšanā, erozijas un piesārņojuma kontrolē. Ļoti trūkst pētījumu par zālāju sniegtajiem kultūras pakalpojumiem.
- Daudzos pētījumos iegūtie rezultāti vai sniegtie ekspertu vērtējumi ir savstarpēji pretrunīgi. Ļoti būtisks ir ģeogrāfiskais konteksts un citi ietekmējošie faktori, tādēļ ne vienmēr citviet pasaulē iegūto pētījumu rezultāti būs piemēroti ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai Latvijas apstākļos.
- Liels skaits pētījumu veltīts bioloģiskās daudzveidības (t.sk. zālāju), kā arī apsaimniekošana veida ietekmei uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Tomēr joprojām nav gūtas vispārīgas atziņas un pierādīta stabila sakarība starp biomasas produktivitāti un sugu daudzveidību – vairāki pētījumi, kā arī meta-datu analīzes ir nonākuši pie atšķirīgiem rezultātiem.
- Latvijā līdz šim nav veikts padziļināts, uz lauka pētījumiem balstīts zālāju ekosistēmu pakalpojumu novērtējums un kartēšana. Līdzšinējie pētījumi (ar atsevišķiem izņēmumiem) ir balstīti uz ekspertu vērtējumiem un zinātniskās literatūras atziņām, tādēļ būtu nepieciešama lauka datu ieguve līdzšinējo vērtējumu verificēšanai, kā arī aktuālai pakalpojumu nodrošinājumu kartēšanai.

## 4. Ar ES nozīmes zālāju biotopiem saistītie ekosistēmu pakalpojumi

Līdz šim Latvijā un pasaulē kopumā nav veikti visaptveroši pētījumi par dažādu zālāju biotopu ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu. Lielākoties plaši pētījumi tiek veikti par zālāju ekosistēmām, izdalot, piemēram, ilggadīgos zālājus un sētos kultivētos zālājus vai dabiskos zālājus, un salīdzinot tos ar citām ekosistēmām. Tiek veikti novērtējumi arī par atsevišķiem ekosistēmu pakalpojumiem, īpaši par apputeksnētājiem, oglekļa krājumiem, un to atšķirībām dažādās ekosistēmās vai augu sabiedrībās. Praktiski nav literatūras un kvalitatīvu publikāciju par kultūras pakalpojumiem saistībā ar zālāju biotopiem. Tāpēc pašlaik vislabāko priekšstatu par dažādu Eiropas nozīmes aizsargājamo zālāju biotopu sniegtajiem vai ar tiem saistītajiem ekosistēmu pakalpojumiem var iegūt no publicētajiem apkopojumiem par biotopu apsaimniekošanu un saglabāšanu vai zinātniskajiem rakstiem par dominējošām augu sabiedrībām zālāju biotopos.

### 4.1. 6120\* Smiltāju zālāji

Smiltāju zālāji Latvijā pēc Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzes Ozols datiem aizņēma 410 ha 2018. gadā. Galvenokārt tie sastopami lielāko Latvijas upju – Gaujas, Daugavas, Ventas un Abavas – ielejās un smilšainos līdzenumos (DAP Ozols, 2018). Pēc biotopa definīcijas tie ir sausi zālāji ar nesaslēgtu veģetāciju smilšainās un vairāk vai mazāk kaļķainās augsnēs. Latvijas apstākļos šis biotops atrodas arī uz vidēji vai vāji skābām augsnēm (Rūsiņa, u.c., 2017). Salīdzinoši lielas platības šo zālāju, kas vēl ir labā stāvoklī, ir sastopamas aizsargājamo ainavu apvidū “Augšdaugava” un Abavas upes ielejā, kas ir arī GrassLIFE projekta teritorijas.

#### 4.1.1. Apgādes pakalpojumi

Smiltāju zālāji ir vieni no mazāk ražīgajiem zālāju biotipiem – tikai līdz 0,5 t/ha siena, šādus datus apstiprina arī LIFE GRASSSERVICE projektā veiktie pētījumi (Strazdiņa u.c., 2015). Precīzi lopbarības radītāju raksturojoši pētījumi šim biotopam nav veikti. Zālājs ir piemērots aitu vai kazu ganībām līdz 0,3 liellopu vienībām/ h (Rūsiņa, u.c., 2017). Lakstaugu stāvu veido daudz platlapju, kuru sastāvā ir daudz minerālvielu, vitamīnu un cukuru, un salīdzinoši maz graudzāļu, kas nozīmē, ka šie zālāji ir viens no nozīmīgajiem avotiem dažādu jaunu ķīmisko vielu un preparātu veidošanā, kā arī nozīmīgs uzturvielu avots (Mežule u.c., 2016). Zālājs ir vairāk piemērots biodegvielu piedevu ražošanai vai vitamīniem bagātas lopbarības ražošanai nekā kurināmā ražošanai, jo rada daudz pelnu, ko ietekmē sugu sastāvs (Heinsoo et al, 2010; Metls, 2014). Tā kā šo biotopu var raksturot kā sauso zālāju, tad tam ir liels potenciāls medus ieguvē (Affek, 2018). Biotopa struktūra rada labvēlīgu vidi populāciju uzturēšanai, taču šo zālāju aizņemtās mazās platības un fragmentētība rada nelabvēlīgu situāciju gēnu apmaiņai un sugu izplatībai, lai arī daudzveidība ir liela. Sugas, kas raksturo šo biotopu, spēj izturēt ekstremālus apstākļus, un zālājs spēj saglabāt raksturīgu veģetācijas struktūru ilgstoši pēc pamešanas (Berhöfer and Schneider, 2015). Tas liecina par spēcīgām augu populācijām, kuru ģenētiskie materiāli ir nozīmīgi sugu uzturēšanā un atjaunošanā, kā arī selekcijā.

#### 4.1.2. Vidi regulējošie pakalpojumi

Biotopam ir izcila dabas daudzveidības aizsardzības vērtība (Baldi et al., 2013). Biotopam ir raksturīgi laukumi gan ar sūnām, gan ķērpjiem, gan samērā skrajš lakstaugu zelmenis salīdzinoši ar citiem zālāju biotopiem (Rūsiņa, u.c., 2017), līdz ar to nodrošinot daudzveidīgu dzīves vidi citiem organismiem. Zālājs ir nozīmīga dzīvotne vairākām aizsargājamām augu sugām (Rūsiņa, 2006). Zālāja struktūra ir piemērota un ļoti nozīmīga vairošanās un ligzdošanas vieta smiltāju dzīvniekiem, piemēram, racējlapsenēm, smilšbitēm, māršilu zilenīšiem, stepes čipstēm. Augsnes fauna Smiltāju zālajos ir samērā vāja, līdz ar to tas ietekmē arī augsnes auglību, kas ir neliela, un mineralizācijas procesus. Piesārņojuma gadījumā dabiskā vielu noārdīšanās būtu zema, jo augsnes faunas un mikroorganismu ir maz, un zālājam praktiski nav velēnas. Velēnas vājā struktūra un brīvie augsnes laukumi ietekmē augsnes erozijas

procesu norises palielināšanos šādos zālajos. Zālajos ir salīdzinoši maz putnu attiecībā pret citiem zālāju biotopiem, taču tā ir nozīmīga dzīves vide stepes čipstei un daudzām bezmugurkaulnieku sugām lakstaugu stāvā, t.sk. apputeksnētājiem (Ricketts et al., 2008; Zavaleta et al., 2010; Diaz Forero, 2011). Biotopam raksturīgs specifisks mikroklimats (Rūsiņa, 2006), ko ietekmē paša biotopa specifiskā struktūra, ar krasām temperatūras svārstībām piezemes gaisa slānī un straujāku ūdens iztvaikošanu vēja ietekmē. Ja zālājs atrodas upju palienē, tad palu ūdeņi regulē tā augsnes skābumu un nodrošina nepaskābināšanos.

## 4.2. 6210\* Sausi zālāji kaļķainās augsnēs

Sausi zālāji kaļķainās augsnēs Latvijā pēc Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzes Ozols datiem aizņēma 3220 ha 2018. gadā. Galvenokārt tie sastopami lielāko Latvijas upju – Gaujas, Daugavas, Ventas, Irbes, Rindas, Abavas – ielejās un augstienēs uz sausiem pauguriem ar kaļķainu substrātu (DAP Ozols, 2018). Latvijā šī biotopa sugu sastāvs būtiski mainās no rietumiem uz austrumiem, kas būtiski ietekmē tādu ekosistēmu pakalpojums kā dzīvotņu uzturēšana un ģenētiskais materiāls. Pēc biotopa definīcijas tie ir sausi un gandrīz sausi zālāji neitrālās vai bāziskās, barības vielām nabadzīgās augsnēs. Vislielākā biodaudzveidība sausos kaļķainos zālajos ir saglabājusies Abavas senielejā, bet aizsargājamo ainavu apvidū “Ziemeļgauja” ir vienas no šī biotopa lielākajām platībām, taču ar mazāku sugu daudzveidību, kā arī nozīmīgas šī biotopa teritorijas ir aizsargājamo ainavu apvidū “Augšdaugava”, kur sastopamas sausajiem kaļķainajiem zālājiem raksturīgās austrumu varianta sugas (Rūsiņa u.c., 2017). Visas šīs minētās teritorijas ir iekļautas projektā GrassLIFE.

### 4.2.1. Apgādes pakalpojumi

Šis biotops ir ražīgāks nekā Smiltāju zālāju biotops, un pēc veiktā novērtējuma LIFE GRASSSERVICE projektā Sausu zālāju kaļķainās augsnēs vidējā ražība ir 1,9 t/ha siena (Strazdiņa u.c., 2015), ko var skaidrot arī ar izteiktāku velēnu un lakstaugu stāvu, lai arī tas ir skrajš un zems, taču biotopam nav raksturīgi brīvi augsnes laukumi un izteikts ķērpju un sūnu segums, taču tā ražība var variēt pa gadiem. Zālājs ir piemērots aitu vai kazu ganībām līdz 0,3 liellopu vienībām/ha (Rūsiņa, u.c., 2017). Pēc čehu pētnieku datiem sausos zālajos var uzturēt līdz 0,69 liellopu vienībām/ha (Hönigová et al., 2012). Šim biotopam ir liels potenciāls medus ieguvē (Affek, 2018). Tāpat kā Smiltāju zālājs šis biotops ir piemērots dažādu jaunu ķīmisko vielu un savienojumu izpētē, tam ir viens no lielākajiem potenciāliem biodegvielu ražošanā, jo tajā ir daudz divdīgļlapju augu, no kuriem labi izdalās cukuri (Mežule u.c., 2016). Tieši augstais cukuru un vitamīnu saturs augos šajā biotopā var ietekmēt dažādu produktu (piemēram, medus, piena) garšas īpašības (Bullock et al., 2011). Ģenētiski šis biotops ir viens no daudzveidīgajiem, un to veido sugas no dažādiem biogeogrāfiskiem gradientiem un relikti no citiem biotopiem, tam ir atšķirīgs arī sugu sastāvs Latvijas austrumu un rietumu daļās, kas kopumā rada ļoti augstu bioloģisko vērtību. Liela ir arī ārstniecības augu daudzveidība. Vairāki dārzkopības un lopbarības augi ir selekcionēti vai to gēni ir kultivēti no šī zālāja augu sugām, kā piemērus var minēt krūmāju sīpolu, lucernu, zemenes, māršilu, raudeni, sarkano auzeni (CWR, 2019; Sesto, 2019). Biotops ir nozīmīgs jaunu orhideju šķirņu veidošanā (EEA, 2001; Slaviero, 2016).

### 4.2.2. Vidi regulējošie pakalpojumi

Zālājs daudz labāk spēj nodrošināt augsnes erozijas kontroli nekā Smiltāju zālājs, jo tam ir izteiktāka velēna un augāja struktūra, taču ļoti stāvās nogāzēs un sausās vietās velēna var būt vāji izteikta un skraja (Bennie et al., 2006; Rūsiņa, 2006). Ilgstošos sausuma periodos augājs var būt izdedzis (Rūsiņa et al., 2017). Lakstaugu stāvs ir ļoti polidominants, bez vienas izteiktas dominējošās sugas. Tajā ir daudz ziedaugu, kas nodrošina piemērotu vietu dažādiem apputeksnētājiem (Carvell, 2002; Calaciura and Spinelli, 2008; Diaz Forero, 2011; Affek, 2018). Biotops kā dzīves vide nav specifiski identificēts kādai putnu sugai, bet tas ir nozīmīgs dziedātājputniem, bridējputniem, ja blakus ir kāda ūdenstilpne, un kā barošanās vieta vairākām putnu sugām, piemēram, mazajam ērglim vai peļu klijānam. Augsnes zālāju

biotopā nav izteikti skābas, un tajā ir augsta augsnes faunas bagātība (Rūsiņa u.c. 2017), kas liecina par piemērotu vidi dēdēšanas un piesārņojuma filtrācijas procesu norisei. Zālāji, kuri ir kaļķaināki un bāziskāki, ir vairāk spējīgi uztvert un aizturēt slāpekli (Griffith and Tallowin, 2007; DEFRA, 2007; Bullock et al., 2011). Zālāji bieži ir izplatīti uz upju ieleju terasēm un palienēm, tāpēc tiem ir nozīmīga loma plūdu regulēšanā. Biotopa specifiskie vides apstākļi (augsnēs, mikroklimats) rada nepiemērotu vidi kaitēkļu, ekspansīvu un invazīvu sugu izplatībai (Calaciura and Spinelli, 2008; EEA 2001).

### **4.3. 6230\* Vilkakūlas zālāji**

Vilkakūlas zālāji Latvijā pēc Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzes Ozols datiem aizņēma 340 ha 2018. gadā (DAP Ozols, 2018). Pēc biotopa definīcijas tie ir sausi vai mēreni mitri zālāji skābās un nabadzīgās augsnēs. Galvenokārt tie sastopami smilšainās un līdzenās reljefa teritorijās (Rūsiņa u.c., 2017). Šie zālāji projekta GrassLIFE teritorijās ir sastopami ļoti nelielās platībās.

#### **4.3.1. Apgādes pakalpojumi**

Zālājā ir ļoti zema siena ražība – mazāk par 0,5 t/ha. Zālājs ir piemērots liellopu, aitu vai kazu ganībām līdz 0,3 liellopu vienībām/h (Rūsiņa u.c. 2017). Augu sugu daudzveidība ir neliela, salīdzinot ar citiem zālāju biotopiem, taču biotops ir unikāls pēc tā sugu kompozīcijas un ģeogrāfijas. Salīdzinot ar citiem zālāju biotopiem, šajā ir mazāk ziedaugu un ārstniecības augu, taču ģenētiski šie zālāji ir ļoti nozīmīgi Eiropā, tajā ir sastopamas vairākas endēmiskas un apdraudētas augu sugas (Galvánek and Janák, 2008). Šajā biotopā vairāk nekā citos zālāju biotopos var būt sastopamas sēnes un arī ogas, jo biotops ekoloģiski ir saistīts ar priežu mežu izplatību. Tajā var būt sastopamas arī atsevišķas meža augu sugas. Līdz šim nav veikti konkrēti pētījumi par šī zālāja potenciālu bioenerģijas ražošanā.

#### **4.3.2. Vidi regulējošie pakalpojumi**

Zālājam ir ļoti blīva un saslēgta velēna, kā arī biezs lakstaugu stāvs, kas labvēlīgi ietekmē erozijas procesu aizkavēšanu. Šādi piemēri ir apskatīti Eiropas kalnu reģionu pētījumos (Tasser et al. 2003). Pie regulāras apsaimniekošanas zālājam ir laba spēja plūdu regulēšanā (Galvánek and Janák, 2008), jo labi norit filtrācijas procesi. Dominējošās graudzāles ir piemērojušās dažādiem mitruma apstākļiem. Taču lielais augsnes skābums un nabadzīgā augsnes fauna ietekmē organiskā oglekļa uzkrāšanos augsnē (Bullock et al., 2011), dēdēšanas procesu norisi un biodegradācijas procesus. Augsnēs dominējošā fauna nabadzība ietekmē arī citu organismu grupu barošanās procesus, līdz ar to, piemēram, vairākām putnu sugām šādā zālājā nav barības bāzes. Neviena putnu suga nav specifiski saistīta ar šo biotopu, vairāk sastopami dziedātājputni. Var būt liela taisnspārņu un racējkukaiņu daudzveidība (Rūsiņa u.c. 2017), taču mazāk apputeksnētāju, kuriem ir agronomiska nozīme (Carvell, 2002).

### **4.4. 6270\* Sugām bagātās ganības un ganītas pļavas**

Sugām bagātās ganības un ganītas pļavas Latvijā pēc Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzes Ozols datiem aizņēma 10 653 ha 2018. gadā (DAP Ozols, 2018). No visiem ES nozīmes zālāju biotopiem Latvijā tās sedz vislielākās platības. Pēc biotopa definīcijas tās ir mēreni mitras vai pastāvīgi mitras ar barības vielām nabadzīgās vai mēreni auglīgās augsnēs. Biotops ir sastopams gan līdzenumu, gan pauguraiņu, gan piejūras teritorijās. Tā daudzveidīgā apsaimniekošana ir noteikusi ļoti atšķirīgu augu sabiedrību veidošanos šajā zālāju biotopā, tāpēc vizuāli ir iespējamas lielas atšķirības (Rūsiņa, u.c., 2017). Biotops ir plaši sastopams projekta GrassLIFE teritorijās.

#### **4.4.1. Apgādes pakalpojumi**

Siena ražība, salīdzinot ar sausajiem zālāju biotopiem, ir krietni lielāka un pēc LIFE GRASSSERVICE projektā veiktā novērtējuma biotopa vidējā ražība ir 2,2 t/ha siena (Strazdiņa u.c., 2015). Nelabvēlīgos gados siena ražība var būt arī mazāka par 1 t/ha. Zālājs ir piemērots jauktai

ganīšanai līdz pat 1,0 liellopu vienībām/ h (Isselstein et. al, 2005; Rūsiņa, u.c., 2017). Lopbarības kvalitāte (siena sagremojamībai) šādā zālājā, to pļaujot to līdz jūnija vidum, ir ļoti līdzīga sēto zālāju siena kvalitātei (Armstrong et al., 1997). Pēc biomasas apjoma šis zālājs ir piemērots pietiekami kvalitatīva kurināmā materiāla ražošanai un tā daudzuma nodrošināšanai (Heinsoo et al., 2010; Hönigová et al., 2012; Mets, 2014). Zālājs ir ļoti apdraudēts un nelabvēlīgā statusā Eiropas reģionā, taču ģenētiski tas pārstāv ļoti plašu sugu dažādību. Un tajos norit strauja dabiskā attīstība (sukcesija) pat pie mazākajām apsaimniekošanas izmaiņām, tāpēc ir salīdzinoši grūti novērtēt ģenētiskā materiāla nodrošinājumu. Vairākas lopbarībā izmantojamas graudzāles ir selekcionētas vai to gēni ir kultivēti no šī zālāja augu sugām, piemēram, aitu auzene (CWR, 2019; Sesto, 2019).

#### 4.4.2. Vidi regulējošie pakalpojumi

Zālājam ir ļoti labi izteikta un attīstīta velēna un biezs un augsts zelmenis. Lakstaugu veģetācija ir polidomināta ar labi izteiktiem diviem stāviem – zemo un vidēji augsto lakstaugu stāvu, kas labvēlīgi ietekmē zāles stāva posmkāju faunu. Noganīšana rada izteiktu zālāja mikroreljefu (Rūsiņa, u.c., 2017). Šajā zālāju biotopā sastopamas daudzas putnu sugas (Vickery et al 2001; Henderson et al., 2004): dziedātājputni, bridējputni, ūdensputni, mežmalu putnu sugas u.c. Daudzām sugām tā ir arī ligzdošanas vieta. Putni šo zālāju daudz izmanto arī kā barošanās vietu (Rūsiņa, u.c., 2017). Ļoti bagātīga augsnes fauna ar daudziem saprofāgiem un micetofāgiem, kas ir nozīmīgi biodegradācijas procesu norisē. Sliēkas, nematodes, sīkposmkāji, sēnes un mikroorganismi ir ļoti nozīmīgi augsnes auglības veidošanā, oglekļa uzkrāšanā un piesārņojuma akumulācijā (Bullock et. al., 2011). Vidējais augsnes skābums nodrošina pietiekamu labu vidi augsnes bioloģiskai aktivitātei, līdz ar to arī veicinot oglekļa akumulēšanu augsnē un augsnes auglības nodrošināšanu. Pārganīšana, radot augsnes sablīvēšanos, var radīt negatīvas ietekmes uz iepriekš aprakstītajiem procesiem. Ūdens piesaiste un uztveršana var būt atšķirīga atkarībā no augsnes granulometriskā sastāva un veģetācijas struktūras.

### 4.5. 6530\* Parkveida pļavas un ganības

Parkveida pļavas un ganības Latvijā pēc Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzes Ozols datiem aizņēma 858 ha 2018. gadā (DAP Ozols, 2018). Parkveida biotopu galvenā iezīme ir savdabīgs, ilgstošas, ekstenīvas zemkopības ietekmē attīstījies koku un krūmu stāvs, toties lakstaugu un sīkkrūmu stāvā nav specifiskas augu sabiedrības. Dabā šis biotops var pārsegties ar visdažādākajiem zālāju, virsāju un mežu biotopiem. Izklaidus koki, koku un krūmu grupas ar zālāju fragmentiem veido mozaikveida ainavu (Rūsiņa u.c. 2017). Biotops ir sastopams upju – Gaujas, Pededzes, Abavas, Ogres, Ventas un Kujas – ielejās. Šis biotops ir arī vairākās projekta GrassLIFE teritorijās. Pēc igauņu pētnieku (Villoslada Peciņa et al., 2019) datiem šajā biotopā ir vislielākā ekosistēmu pakalpojumu daudzveidība, salīdzinot ar citiem pētītajiem zālāju biotopiem.

#### 4.5.1. Apgādes pakalpojumi

Siena un citu šķiedru ražība šajā biotopā var variēt no 0,5 līdz pat 4 t/h atkarībā no pārsegtā zālāju biotopa veida un kvalitātes. Papildus no šī biotopa var iegūt arī koksnes biomasu. Tieši tāpat šī biotopa bioenerģijas potenciāls ir atkarīgs no pārsegtā biotopa, lai gan kopumā to varētu vērtēt augstāk, jo papildus ir arī pieejami koksnes resursi. Arī ganīšanas intensitāte lielākoties ir atkarīga no pārsegtā biotopa – ieteicams 0,2-0,8 liellopu vienībām/ h (Rūsiņa u.c., 2017). Atsevišķos šā biotopa fragmentos var būt sastopamas arī ogas un sēnes, jo tas ir ļoti daudzveidīgs savā struktūrā. Vēsturiski tas ir izmantots arī ozolzīļu, riekstu un augļu (āboli, plūmes) ieguvei. Tāpat šajā biotopā ir iespējama lielāka savvaļas dzīvnieku daudzveidība, jo biotops daļēji ietver arī meža ekosistēmu, kas līdz ar to ietekmē ekosistēmu pakalpojumu – savvaļas dzīvnieki pārtikai. Biotopu apdraud bebru darbība, līdz ar to tas ir viens no faktoriem, kas nosaka lielāku medījamo dzīvnieku potenciālu šajā biotopā vai tā apkārtnē. Ģenētiski tas pārstāv ļoti plašu sugu dažādību, t.sk. arī bagātīgu epifītisko sūnu un ķērpju floru (Eriksson, 2008).

#### 4.5.2. Vidi regulējošie pakalpojumi

Biotopā sastopamas ļoti daudz īpaši aizsargājamās sugas, piemēram, košā zeltapore, kas dzīvo tikai uz ļoti seniem ozoliem. Biotops ir nozīmīga dzīves vide lapukoku praulgrauzim, kas ir lietussargsuga šajā biotopā. Sugas esamība liecina par labvēlīgiem ekoloģiskajiem apstākļiem šajā biotopā (Rūsiņa u.c., 2017). Biotops nodrošina daudzveidīgas dzīvotnes gan zālājā, gan kokos un krūmos, gan atmirušajā koksne. Tajā ir gan liela putnu sugu daudzveidība, gan bezmugurkaulnieku, īpaši izceļot sugas, kuras mīt koku dobumos (Eriksson, 2008; Ivask et al., 2012). Biotops atrodas uz visām augsnēm, izņemot kūdras, līdz ar to arī sniegtie ekosistēmu pakalpojumi, kas ir atkarīgi no augsnēm, var atšķirties. Biotopa dažādību un atšķirības sniegtajos ekosistēmu pakalpojumos pēc tā atrašanās vietas apliecina arī igauņu pētnieki (Villoslada Peciņa et al., 2019). Biotopam ir nozīmīga loma klimata regulēšanas nodrošināšanā, jo tajā ir vienas no augstākajām organiskā oglekļa koncentrācijām Igaunijā, salīdzinot ar citiem zālāju biotopiem. Organiskā oglekļa saturs augsnē labvēlīgi ietekmē arī citus procesus augsnē, un tam ir būtiska nozīme citu ar augsni saistītu pakalpojumu sniegšanā, piemēram, piesārņojuma filtrācija, erozijas kontrole. Biotopam ir svarīga nozīme plūdu regulēšanā, jo Latvijā tas galvenokārt ir izplatīts upju palienēs. Parkveida zālajos ir specifiski mikroklimata apstākļi, ko rada koku noēnojums un aizvējš.

#### 4.6. Kultūras pakalpojumi zālāju biotopos

Kultūras pakalpojumi lielākoties nav saistīti ar biotopa veidu, bet ar tā atrašanās vietu un izmantošanas veidu. Ir tikai dažas norādes literatūrā par biotopu nozīmi saistībā ar kultūras pakalpojumiem, lielākoties ar to vizuālo novērtējumu un kultūrvēsturisko nozīmi. Vilkakūlas zālājiem ir liela nozīme veco pastorālo tradīciju saglabāšanā Eiropas kultūras mantojumā (Galvánek and Janák, 2008). Izcila kultūrvēsturiska vērtība ir arī Parkveida pļavām un ganībām, kuru vēsturiskajai apsaimniekošanai ir bijusi liela saistība ar lielo zālēdāju un mājlopu ganībām mežos un muižu laikos ar apkārtējo teritoriju apsaimniekošanu (Eriksson, 2008). Latvijā šos zālājus uzskata par reliktiem, kas veidojušies līdz 20. gadsimtam, un par vienu no vecākajām ainavas formām mūsu klimatiskajā joslā (Rūsiņa u.c., 2017). Smiltāju zālājiem, Sausiem zālājiem kaļķainās augsnēs un Sugām bagātām ganībām un ganītām pļavām ir augsta vizuālā un estētiskā vērtība, kad tie ir pilnziedā. Sausie zālāji kā iedvesmas avots ir daudz izmantoti ainavu glezniecībā (Calaciura and Spinelli, 2008). Zālājiem ar daudziem krāšņiem ziedaugiem un arī Parkveida pļavām ir liela simboliskā nozīme dažādu rituālu, tradīciju izpildē. Visiem apskatītajiem zālāju biotopiem ir liela zinātniskā nozīme, un nākotnē tā tikai pieaugs. Salīdzinoši vairāk pētījumu ir par sausajiem un palieņu zālājiem. Visiem zālāju biotopiem ir liels izpētes potenciāls par katra biotopa sniegtajiem labumiem jeb ekosistēmu pakalpojumiem. Līdz šim kultūras ekosistēmu pakalpojumi zālāju biotopu līmenī ir ļoti maz pētīti.

#### 4.7. Secinājumi

- Trūkst Latvijas ģeogrāfiskajiem un klimatiskajiem apstākļiem atbilstošu pētījumu par zālāju biotopiem, lai varētu plaši aprakstīt visas trīs ekosistēmu pakalpojumu grupas: apgādes, vidi regulējošos un kultūras.
- Smiltāju zālajos nozīmīgākie apgādes pakalpojumi ir daudzveidīgais ģenētiskais materiāls sugu uzturēšanai un atjaunošanai, kā arī dažādu citu materiālu iegūšanai no augiem, piemēram, jaunu ķīmisku savienojumu un produktu radīšanā.
- Smiltāju zālajos nozīmīgākie vidi regulējošie pakalpojumi ir piemērotu dzīvotņu un vairošanās vietu uzturēšana dažādām sugām, īpaši izceļot vairākas īpaši aizsargājās augu un dzīvnieku sugas, kā arī tiem ir liela nozīme apputeksnētāju nodrošināšanā.
- Sausos zālajos kaļķainās augsnēs nozīmīgākie apgādes pakalpojumi ir daudzveidīgais ģenētiskais materiāls jaunu šķirņu veidošanai, sugu uzturēšanai vai atjaunošanai, kā arī dažādu citu materiālu iegūšanai no augiem, piemēram, jaunu produktu radīšanā. Biotops var būt arī nozīmīga medus un ārstniecības augu ieguves vieta.

- Sausos zālajos kaļķainās augsnēs nozīmīgākie vidi regulējošie pakalpojumi ir apputeksnētāju un sēklu izplatīšanas nodrošināšanā, piemērotu dzīvotņu un vairošanās vietu uzturēšanā dažādām sugām, piesārņojuma biodegradācija un filtrācijā vai akumulācijā, kā arī kaitēkļu ierobežošana.
- Vilkakūlas zālajos nozīmīgākie apgādes pakalpojumi ir daudzveidīgs ģenētiskais materiāls sugu uzturēšanai un atjaunošanai, kā arī savvaļas augi un to produkti, piemēram, sēnes vai ogas.
- Vilkakūlas zālajos nozīmīgākie vidi regulējošie pakalpojumi ir to potenciāls plūdu regulēšanā un ūdens filtrācijā, kā arī augsnes erozijas kontrolē.
- Sugām bagātās ganībās un ganītās pļavās nozīmīgākie apgādes pakalpojumi ir to potenciāls mājlopu uzturēšanā un to produktu ieguvē, kā arī kvalitatīvas lopbarības ražošanā.
- Sugām bagātās ganībās un ganītās pļavās nozīmīgākie vidi regulējošie pakalpojumi ir augsnes auglības nodrošināšana un piesārņojuma piesaistes procesu veicināšana, dzīvotņu un vairošanās vietu nodrošināšana dažādām sugām, t.sk. tiem ir liela nozīme apputeksnētāju nodrošināšanā.
- Parkveida pļavas un ganības spēj nodrošināt visplašāko klāstu ar apgādes pakalpojumiem. Nozīmīgākos pakalpojumus vispārīgi var raksturot tikai tad, ja ir zināms “pārsegtais” biotops. Biotops var nodrošināt gan mājlopu uzturēšanu un to produktu, materiālu ieguvē, gan dažādu materiālu ieguvē no savvaļas augiem, savvaļas dzīvniekus un to produktu pārtikai, kā arī ģenētiskos resursus.
- Parkveida pļavas un ganības nozīmīgākie vidi regulējošie pakalpojumi ir dzīvotņu un vairošanās vietu nodrošināšana vairākām īpaši aizsargājamām sugām un tā potenciāls klimata regulēšanā, taču, lai korektāk izvērtētu arī šo pakalpojumu grupu, ir nepieciešams zināt “pārsegto” biotopu.
- Lai raksturotu kultūras pakalpojumus, katram zālāju biotopam ir nepieciešama tā atrašanās vietas – saimniecības, aizsargāmās teritorijas vai apkārtnes – izpēte, kas ir galvenais rādītājs kultūras ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumā.
- Lielākajai daļai no *CICES* klasifikācijas kultūras ekosistēmu pakalpojumiem visdrīzāk nav iespējams definēt tādus indikatorus, kas parādītu atšķirības starp zālāju biotopiem, un atrast korektas aizstājējvērtības literatūrā, lai tās replicētu projekta GrassLIFE vajadzībām. Tam ir nepieciešamas papildus izpēte vietas līmenī.



## 5. Rekomendācijas ekosistēmas pakalpojumu novērtēšanai

Lai izvērtētu, kuri no 3.1. nodaļā uzskaitītajiem zālāju sniegtajiem ekosistēmu pakalpojumiem būtu iekļaujami projekta ietekmju novērtējumā, tika ņemti vērā pasūtītāja norādījumi (t.i., obligāti šajā sadaļā iekļaujami aspekti: gaļas un medus kvalitāte, zāles kā dzīvnieku barības kvalitātes nodrošināšana, ārstniecības augi, apputeksnēšana, ģenētiskā daudzveidība, tūrisms, kultūras identitāte), noskaidrots, kurus no pakalpojuma veidiem projekta darbības varētu ietekmēt, kā arī apzināti LIFE programmas izstrādātājās vadlīnijās ekosistēmu un to pakalpojumu novērtēšanai un zinātniskajā literatūrā piedāvātie indikatori, novērtēšanas metodes un datu pieejamība (skatīt 1. pielikumu). Balstoties uz apkopoto informāciju, visi ekosistēmu pakalpojumi tika novērtēti skalā no 0-3 (kur 0 – projektam nav ietekmes uz pakalpojuma nodrošinājumu; 1 – ir ietekme, bet tās novērtēšanai nepieciešams sarežģītas/laikietilpīgas metodes un/vai datu pieejamība ir ļoti ierobežota; 2 – ir ietekme, kuru iespējams novērtēt, ieguldot papildus laiku un resursus; 3 – ir ietekme, kuru iespējams salīdzinoši viegli novērtēt, izmantojot projekta ietvaros veikto monitoringu vai citus pieejamos datus) (skatīt 3. tabulu).

3. tabula. GrassLIFE projekta ietekmju novērtēšanai piemērotākie ekosistēmu pakalpojumi

CICES versija 5.1	Indikatori	EP piemērotība projekta ietekmju novērtējumam
1.1.3.1. Mājlopi pārtikas ieguvei (gaļa, piens)	Dzīvnieku produktivitātes rādītāji (kg vai l) Dzīvnieku vienības (skaits/ ha)	3
1.1.5.1. Savvaļas augi pārtikai (ārstniecības augi)	Ārstniecības augu daudzveidība (skaits/1m <sup>2</sup> vai ha)	3
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem (siens, medus)	Biomases apjoms (t/ha/gadā) Siena/niedru ražība (t /ha /gadā) Medus ieguvei nepieciešamo ziedaugu daudzums (skaits/ha)	3
1.2.1.1. Ģenētiskais materiāls: sēklas, sporas u.c. augu materiāli, kas tiek ievākti populāciju uzturēšanai vai atjaunošanai	Ģenētiskā materiāla/sugu daudzveidība (sugu skaits, dzimtu, organismu skaits/ha vai m <sup>2</sup> ) Ievāktie sēklas, sporu u.c. augu materiālu daudzums (kg/ha) Sēkļaugu dzimtas un ģintis (skaits) Sugu daudzveidība pēc bioģeogrāfiskā gradienta (skaits)	2
1.2.1.2. Ģenētiskais materiāls: augstāki un zemāki augi (veseli organismi), ko izmanto jaunu šķirņu veidošanai	Relikti no citiem biomiem (skaits) Ģenētiskā materiāla/sugu daudzveidība (sugu skaits, dzimtu, organismu skaits/ha/m <sup>2</sup> )	2
2.1.1.2. Piesārņojuma filtrācija/piesaiste/ uzglabāšana/ akumulācija, ko veic mikroorganismi, aļģes, augi vai dzīvnieki	Barības vielu koncentrācija augsnē (C, N, P, K, Ca, Mg, S) Organismu sugu daudzveidība vidē (skaits)	3
2.2.1.1. Erozijas kontrole	Veģetācijas segums (%), kas var aizturēt eroziju	3
2.2.2.1. Apputeksnēšana	Piemērotas dzīvotnes apputeksnētājiem (% vai ha) Apputeksnētāju daudzums (sugu un indivīdu skaits/ ha)	2
2.2.2.3. Dzīvotņu un vairošanās vietu uzturēšana	Augu un putnu sugu skaits uz 1 m <sup>2</sup> vai ha Biotopa platība (ha) Biotopa kvalitāte vai aizsardzības stāvoklis	3
2.2.4.1. Dēdēšanas process un tā ietekme uz augsnes auglību	Katjonu apmaiņas kapacitāte (CEC) (cmol/kg; meq+/100g) Augsnes organiskais ogleklis (%) Augiem pieejamās barības vielas (kg/ha/gadā) Augsnes virskārtas pH	3
2.2.6.1. Atmosfēras un okeānu ķīmiskā sastāva regulēšana	Organiskais ogleklis augsnē, % SEG emisiju samazināšana (CO <sub>2</sub> ekvivalents t/ha)	2
3.1.1.1. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur aktīvu mijiedarbību ar dabu	Lauku tūristu skaits	3

<b>3.1.1.2. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur pasīvu mijiedarbību ar dabu vai novērošanu</b>	Sociālajos medijos/datu krātuvēs publicēto ģeo-markēto fotogrāfiju skaits	2
3.1.2.1. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina zinātniskos pētījumus vai arī tradicionālās ekoloģijas zināšanas	Uz projekta rezultātiem balstīto konferenču ziņojumu un zinātnisko publikāciju skaits	3
3.1.2.2. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina izglītību un apmācības	Projekta ietvaros izveidota demonstrējumu saimniecība, izglītojošu pasākumu un publikāciju skaits	3
<b>3.1.2.3. Ekosistēmu iezīmes, kas atspoguļo kultūras mantojumā</b>	Tradicionāli apsaimniekotās zālāju platības (ha)	3

## 6. Piedāvātā metodika ekosistēmas pakalpojumu novērtēšanai

### 6.1. Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma metodes

Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai ir pieejams ļoti plašs metožu klāsts, kas ietver:

- **biofizikālās novērtējuma metodes** (Vihervaara et al., 2018):
  - a) tiešie mērījumi, izmantojot lauka pētījumus, monitoringa datus, attālās izpētes datus, oficiālo statistiku utt. (piemēram, biomasas apjoms, apputeksnētāju vai ārstniecības augu sugu skaits);
  - b) netiešie mērījumi, kas ir balstīti uz biofizikālajiem datu avotiem (piemēram, lauka, attālās izpētes vai statistikas datiem), kuri tiek tālāk interpretēti saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu un izmantoti kā aizstājējvērtības, tās attiecinot uz zemes seguma kategorijām, biotopiem utt. (piemēram, zālāja tips, kā apputeksnētājiem piemērota dzīvotne), kas tālāk tiek izmantotas ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai plašākā teritorijā (*spatial proxy method*); šajā kategorijā ietilpst arī ekspertu vērtējumu metode, kad dažādu zemes seguma veidu ekosistēmu pakalpojumu vērtību tiek noteikta, balstoties uz ekspertu zināšanām un/vai literatūras datiem, apkopojot vērtējumus matricā (*look-up tables*);
  - c) modelēšana jeb ekoloģisko sistēmu simulācija, kas ir balstīta uz sakarībām starp biofizikālajiem rādītājiem un ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu (t.sk. fenomenoloģiskie modeļi, uz procesiem balstītie modeļi, makroekoloģiskie modeļi, konektivitātes modeļi utt.);
  - d) integrētās modelēšanas sistēmas un rīki (piemēram, InVest, ESTIMAP, ARIES), kas tiek izmantoti ekosistēmu pakalpojumu modelēšanai, scenāriju izstrādei, mijiedarbību analīzei, kombinējot dažādas biofizikālās, kā arī sociālās un ekonomiskās metodes;
- **sociālās novērtējuma metodes** (Santos-Martín et al., 2018):
  - a) novērojumu jeb kvantitatīvās metodes, kas izmanto aptaujas, ģeo-marķētu fotogrāfiju uzskaiti/analīzi, kā arī citas kvantitatīvu datu iegūšanas metodes, lai demonstrētu ekosistēmu pakalpojumu vērtību, balstoties uz sabiedrības izvēli;
  - b) kvalitatīvās metodes, kas izmanto padziļinātās, daļēji strukturētās intervijas, lai noskaidrotu respondentu motivāciju, nosakot ekosistēmu pakalpojumu vērtību;
  - c) līdzdalības metodes (piemēram, līdzdalības ĢIS, fokusgrupu diskusijas, daudz-kritēriju lēmumu pieņemšanas analīze utt.), kas, sadarbojoties zinātniekiem un sabiedrības pārstāvjiem, ļauj iegūt kvantitatīvus un kvalitatīvus datus, kurus var izmantot konfliktu risināšanai, kā arī veidojot kopīgu izpratni un zināšanas;
- **ekonomiskās novērtēšanas metodes** (Leibenaths un Badura, 2005):
  - a) uz tirgus mehānismiem balstītā novērtēšana, kas ietver tirgus vērtības analīzi, produktivitātes metodi, kā arī uz izmaksām balstītās metodes – aprēķinot izmaksas, kas varētu rasties, novēršot, piemēram, plūdu radīto kaitējumu vai arī būvējot aizsargdambi, un šo vērtību attiecinot uz palieņu zālāja sniegto pakalpojumu – aizsardzību pret plūdiem;
  - b) uz personiskām vēlmēm balstītās metodes, kas ietver tiešo novērtēšanu, piemēram, kontingenta novērtēšanas metodi jeb sabiedrības gatavību maksāt par ekosistēmas pakalpojuma nodrošinājumu, kā arī netiešo novērtēšana, izmantojot ceļojumā patērētā laika un izmaksu aprēķinu (ceļojumu izmaksu metode) vai zemes tirgus vērtību (hedoniskās analīzes metode), lai novērtētu kādas teritorijas rekreācija vai ainaviskos vērtību.

Lai atvieglotu novērtējuma mērķiem un tehniskajām iespējām atbilstošu metožu izvēli, tiek piedāvāta “trīs līmeņu pieeja” (*tiered approach*) (Maes et al., 2014; Grêt-Regamey et al., 2017), kurā metodes tiek grupētas pēc to grūtības pakāpes, nepieciešamā datu apjoma un laika patēriņa:

1. līmeņa pieeja (*tier 1*): īstenojama gadījumos, ja pētījuma uzdevums ir sniegt vispārīgu informāciju par dažādu ekosistēmu lomu sabiedrībai nozīmīgu pakalpojuma nodrošināšanā, kā arī ja novērtējumam nepieciešamie dati ir balstīti uz vienkāršiem rādītājiem un ir viegli pieejami vai arī izpētei pieejamie resursi ir ļoti ierobežoti. Šādā gadījumā iespējams veikt uz pieejamiem datiem balstītu ekspertu vērtējumu, kas tiek attiecināts uz zemes seguma kategorijām (matricas metode), kā arī ar sabiedrības iesaistīšanu ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanā un kartēšanā;

2. līmeņa pieeja (*tier 2*): īstenojama gadījumos, ja nepieciešama precīzāka informācija par pakalpojumu nodrošinājumu (taču no tā nav atkarīga lēmumu pieņemšana), nepieciešamos datus ir iespējams iegūt, bet to interpretācijai saistībā ar ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu nepieciešama papildus analīze vai zināšanas/literatūras dati par cēloņsakarībām starp dažādiem vides parametriem. Vērtējumu iegūšanai var tikt izmantotas gan tiešās, gan netiešās novērtējuma metodes, balstoties uz biofizikāliem datiem, ekonomiskās vērtības aprēķiniem vai arī iesaistot sabiedrību datu ģenerēšanā;

3. līmeņa pieeja (*tier 3*): īstenojama gadījumos, kad ekosistēmu pakalpojumu novērtējums nepieciešams kā atbalsts lēmumu pieņemšanā vai apsaimniekošanas pasākumu precīzai novērtēšanai, novērtējuma vajadzībām atbilstošu datu pieejamība ir ierobežota, taču ir pieejami nepieciešamie resursi un zināšanas datu ģenerēšanai. Šādā gadījumā tiek izmantotas dažādas modelēšanas metodes, kvantitatīvas regresijas analīzes, sociāl-ekoloģisko sistēmu modeļi, ekonomiskās novērtēšanas modeļi utt., kombinējot lauka mērījumus un/vai literatūras datus ar dažādiem telpiskiem datu slāņiem.

## **6.2. LIFE programmas vadlīnijās piedāvātā pieeja ekosistēmu un to sniegto pakalpojumu novērtēšanai**

LIFE programmas vadlīnijas ekosistēmu un to pakalpojumu novērtēšanai iesaka izmantot Eiropas MAES analītisko ietvaru ((Maes et al., 2013), kuru izstrādājusi Eiropas Komisija sadarbībā ar dalībvalstu pārstāvjiem un zinātniekiem MAES darba grupas ietvaros. MAES ietvars atspoguļo saikni starp ekosistēmām un sociālekonomisko sistēmu, kas veidojas caur ekosistēmu pakalpojumu plūsmu, kā arī piedāvā metodoloģiju un indikatorus ekosistēmu stāvokļa un pakalpojumu novērtēšanai. MAES vajadzībām ir izdalīti 12 agregēti ekosistēmu tipi (7 sauszemes (t.sk. zālāji); 1 saldūdens un 4 jūras), kas balstīti uz *Corine Land Cover* zemes seguma un jūras batimetrijas datiem. Ekosistēmu stāvoklis tiek vērtēts, balstoties uz Putnu un Biotopu direktīvu definēto aizsardzības stāvokli, Ūdens struktūrdirektīvas ekoloģisko stāvokli un Jūras stratēģijas pamatdirektīvas labu vides stāvokli. No ekosistēmu stāvokļa ir atkarīgs arī ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums. Ekosistēmu pakalpojumu identificēšanai un novērtēšanai MAES metodoloģija iesaka izmantot *CICES* piedāvātās ekosistēmu pakalpojumu kategorijas.

Sekojojot MAES metodoloģijai, LIFE programmas vadlīnijas piedāvā soļus, kas būtu īstenojami LIFE projektu ietvaros, lai kartētu ekosistēmu pakalpojumus projekta teritorijās un veiktu to monitoringu:

- 1) projekta kontekstam atbilstošu ekosistēmu identificēšana un to stāvokļa novērtējums;
- 2) ekosistēmu un sociālekonomisko sistēmu analīze, apzinot sabiedrībai būtiskos ekosistēmu pakalpojumus projekta teritorijās, kā arī cilvēku rādīto ietekmi uz vidi jeb ekosistēmām;
- 3) projekta kontekstam atbilstošu ekosistēmu pakalpojumu izvēle un kvantificēšana;
- 4) ekosistēmu pakalpojumu vērtību normalizēšana un apkopošana ekosistēmu pakalpojumu matricā.

Ekosistēmām, uz kurām ir vērsta LIFE projektu darbības, ir nepieciešams novērtēt to platību, stāvokli, tendences, kā arī pakalpojumu nodrošinājumu. Tiek sagaidīts, ka LIFE projektu darbības rezultātā būs vērojami uzlabojumi attiecībā uz visiem šiem parametriem, salīdzinot ar situāciju projekta sākumā. Ekosistēmu stāvokļa, kā arī sniegto pakalpojumu novērtēšanai iespējams izmantot jau esošos datus, bet, ja tādi nav pieejami, var būt nepieciešams veikt tiešos mērījumus. Izvēloties konkrētai

ekosistēmai reprezentatīvas vietas, mērījuma rezultātus var izmantot kā aizstājējvērtības (*proxy*), attiecinot tās uz visu projekta teritoriju. Arī, ja projekts aptver plašas teritorijas, tiek ieteikts izmantot netiešos mērījumus vai modelēšanu. Taču jebkurā gadījumā atbilstošās metodes izvēle būs atkarīga no projekta uzdevumiem un iespējām, datu pieejamības un projektā paredzētajiem cilvēku un finansiālajiem resursiem. LIFE projekta vadlīnijas ieteikts izvēlēties projekta uzdevumiem un iespējām atbilstoša līmeņa metodes (*tiered approach*) – vairums LIFE projektu, kuros ekosistēmu pakalpojumu novērtējumam pamatā ir informatīvs raksturs, var izmantot pirmā (vienkāršākā) līmeņa metodes, savukārt projektos, kas ir vērsti uz ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 2. uzdevumu īstenošanu vai zaļās infrastruktūras izveidi, kā arī, ja ekosistēmu pakalpojumu novērtējums tiek izmantots lēmumu pieņemšanā, var būt nepieciešams izmantot augstāka līmeņa metodes.

LIFE programmas vadlīnijas iesaka izmantot ekosistēmu pakalpojumu matricu kā ērtu pieeju novērtējumu rezultātu integrēšanai vienotā vērtējumā. Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma rezultāti var būt gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi noteikti, izmantojot katram pakalpojuma veidam atbilstošus rādītājus, un iegūti ar dažādām novērtējuma metodēm. Visas iegūtās vērtības iespējams normalizēt skalā no 0 līdz 5, kur "0" nozīmē, ka atbilstošais pakalpojums netiek nodrošināts, savukārt "5" – maksimālo pakalpojuma nodrošinājumu, ko var sniegt attiecīgais ekosistēmas/zemes seguma tips. Normalizētās ekosistēmu pakalpojumu vērtības ir arī ērti lietojamas, ziņojot par novērtējuma rezultātiem LIFE galveno projekta indikatoru (*Key Project Indicators*) datu bāzē.

### **6.3. Iespējamie risinājumi ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai GrassLIFE projekta ietvaros**

#### **6.3.1. Kopējais novērtējuma ietvars**

Vadoties pēc LIFE programmas piedāvātā analītiskā ietvara, ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai GrassLIFE projekta ietvaros mēs piedāvājam izmantot ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas matricas pieeju (skatīt 3. attēlu), kas ļauj apkopt gan tiešos mērījumus (lauku datus), gan netiešos mērījumus, t.sk. arī ekspertu vērtējumu, un iegūtos rezultātus izmantot ekosistēmu pakalpojumu kartēšanā, kā arī projekta ietekmju novērtēšanā. Balstoties uz šo pieeju, ekosistēmu pakalpojumu novērtējums ir īstenojams pēc šādiem soļiem:

- 1) **ekosistēmu raksturojošu ģeotelpisko vienību atlase**, kas izmantojama ekosistēmu pakalpojumu novērtējumā – GrassLIFE projekta ietvaros tie varētu būt ES nozīmes zālāju biotopi (6120\*, 6210\*, 6230\*, 6270\* un 6530\*), tomēr salīdzināšanas nolūkā novērtējumā, iespējams, jāiekļauj arī citas zālāju kategorijas, piemēram ilggadīgos un aramzemēs sētos zālājus. Tas ļautu uzskatāmāk parādīt dabisko zālāju vērtību, kā arī novērtēt atjaunošanas darbu ietekmi, ja ES zālāju biotops tiek izveidots ilggadīga vai aramzemēs sētā zālāja vietā. Gadījumā, ja tiek veikta ekosistēmu pakalpojumu kartēšana, telpiskie dati par šo biotopu izplatību izmantojami, sagatavojot ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma pamatkarti.

*Pamatkartes sagatavošanai iespējams izmantot arī Viva Grass rīkā iekļauto telpisko informāciju (zemes izmantošanas veidu, zemes kvalitāti un reljefu), tomēr jāņem vērā, ka Viva Grass rīkā pagaidām nav iekļauti ES nozīmes biotopu kartēšanas rezultāti (un tiem arī nav piešķirtas vērtības matricā). Līdz ar to, izmantojot Viva Grass rīka datus, informācija par dabiskajiem zālājiem būtu jādetalizē;*

- 2) **novērtējumā izmantojamo ekosistēmu pakalpojumu un to raksturojošo rādītāju atlase** – piedāvājam izmantot 5. nodaļā piedāvātos ekosistēmu pakalpojumus un tos raksturojošos rādītājus, kas ir atlasīti, ņemot vērē pieejamos datus, novērtēšanas sarežģītību, kā arī sagaidāmās projekta ietekmes. Taču konkrēto pakalpojumu izvēle un skaits ir atkarīga no projekta iespējām un interesēm. Izvēlētos ekosistēmu pakalpojumus apvienojot ar projekta novērtējumā ietvertajiem zālāju biotopiem, tiek izveidota ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma matrica;

- 3) **katra ekosistēmu pakalpojuma veida nodrošinājuma kvalitatīva/semi-kvantitatīva vai kvantitatīva novērtēšana** attiecībā uz katru matricā iekļauto zālāju biotopu. Atkarībā no projekta iespējām un pieejamajiem resursiem var izmantot dažāda līmeņa metodes, sākot ar ekspertu vērtējumu, kas balstīts uz literatūras vai citu pētījumu datiem, lauka mērījumiem vai arī sarežģītākām modelēšanas metodēm.

**Izmantojot eksperta vērtējumu** vai citu pētījumu rezultātus/literatūras datus, iespējams noteikt pakalpojuma nodrošinājuma potenciālo (hipotētisko) vērtību atkarībā no biotopa/zemes seguma veida. Saskaņā ar LIFE projektu vadlīnijām, vērtējumam ieteicams izmantot relatīvu skalu no 0 līdz 5. Lai palielinātu vērtējumu ticamību un salīdzināmību ar citu pētījumu rezultātiem, ieteicams katram pakalpojuma veidam veikt skalas kvantifikāciju – pēc izvēlētā rādītāja un pieejamajiem datiem nosakot katrai skalas vienībai kvantitatīvo vērtību diapazonu.

*PIEMĒRS. (Viva Grass skalas kvalifikācija): Siens lopbarībai 1: ļoti zema zāles biomasas produktivitāte (<1 t/ha); 2: zema zāles biomasas produktivitāte (2-3 t/ha) 3: vidēja zāles biomasas produktivitāte (4-7 t/ha); 4: augsta zāles biomasas produktivitāte (8-9 t/ha); 5: ļoti augsta zāles biomasas produktivitāte (>10 t/ha)*

Kā maksimālo vērtību ieteicams izvēlēties konkrētā biotopa/zemes seguma izvēlētā rādītāja iespējamo maksimumu Latvijas apstākļos. Precīzākai katra pakalpojuma veida novērtējuma dokumentācijai ieteicams sagatavot faktu lapas, kurās tiek norādīts izvēlētais rādītājs, izejas dati un, ja nepieciešami aprēķini, kas izmantoti skalas kvalifikācijai (kā piemēru var izmantot projekta LIFE Ekosistēmu Pakalpojumi metodiku un sagatavotās indikatoru faktu lapas [https://ekosistemas.daba.gov.lv/public/lat/rezultati\\_un\\_publicācijas1/ekosistemu\\_pakalpojumu\\_kartesana/](https://ekosistemas.daba.gov.lv/public/lat/rezultati_un_publicācijas1/ekosistemu_pakalpojumu_kartesana/)).

**Izmantojot lauka datus**, iespējams precīzi novērtēt pakalpojuma aktuālo nodrošinājumu (jeb plūsmu), kā arī noteikt projekta ietekmes, salīdzinot situāciju pirms un pēc projekta darbībām. Šajā gadījuma būtu nepieciešams izvēlēties pietiekamu skaitu reprezentatīvu parauglaukumu un veikt mērījumus katrā projekta teritorijā katram biotopam/zemes lietojuma veidam. Lauku datu iegūvi ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai var iekļaut projekta ietekmju monitoringa pasākumos, lauku apsekojuma laikā papildus nosakot ekosistēmu pakalpojumus raksturojošos rādītājus vai arī izmantojot vides monitoringā jau iekļautos rādītājus;

- 4) **kvantitatīvos ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma rezultātu normalizēšana** vienotā skalā (0-5) un iekļaušana kopējā novērtējuma matricā. Balstoties uz pieejamajiem datiem/pētījumiem par pakalpojuma nodrošinājumu vai lauka pētījumu rezultātiem, tiek veikta skalas kvantificēšana katram no novērtējumā iekļautajiem rādītājiem. Gadījumā, ja 3. solī ir izmantots ekspertu vērtējums semi-kvantitatīvā skalā, šis solis vairs nav nepieciešams. Taču, ja iegūti lauka dati vai izmantoti citu pētījumu rezultāt, tos nepieciešams normalizēt, katra rādītāja maksimālo vērtību attiecinot uz skalas vērtību 5. Svarīgi ir izvēlēties pareizo atskaites punktu/mērogu maksimālās vērtības noteikšanai – arī šajā gadījumā ieteicams izvēlēties maksimumu Latvijas apstākļiem. Šajā gadījumā 0-5 skalā normalizēta Ekosistēmu pakalpojumu novērtējuma matrica tiek aizpildīta par katru no projekta teritorijām;
- 5) **projekta ietekmju novērtējums uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu**. Mēs piedāvājam divas pieejas, kā, izmantojot ekosistēmu pakalpojumu matricu, novērtēt projekta ietekmi uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu.

Izmantojot **ekspertu vērtējumu** vai **aizstājējvērtības**, kas balstītas uz literatūras vai citu pētījumu datiem, ekosistēmu pakalpojumu vērtība tiek attiecināta uz zālāju biotopu/zemes

lietojuma veidu, nevis konkrēto teritoriju. Līdz ar to šī pieeja ļauj novērtēt tikai hipotētiskās projekta ietekmes uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu. Ietekmju apmēru var mērit, balstoties uz biotopu platību izmaiņām. Šajā gadījumā novērtējums ietver šādas darbības:

- izmantojot 3. solī sagatavoto ekspertu vērtējuma matricu, katrai projekta teritorijai (saimniecībai) tiek sagatavota katra ekosistēmu pakalpojuma vērtību karte un/vai tiek aprēķināta **katra ekosistēmu pakalpojuma vidējā svērtā vērtība** pirms un pēc projekta darbību īstenošanas;
- pēc šādas pašas pieejas iespējams apkopt datus par visām projekta teritorijām kopumā, raksturojot kopējo projekta ietekmi;
- projekta ietekmes (izmaiņas ekosistēmu pakalpojumu vērtībā) iespējams vizualizēt, izmantojot dažāda veida diagrammas.

Katra pakalpojuma veido svērto vidējo vērtību aprēķina pēc šādas formulas:

$$EP \text{ vērtība projekta teritorijā} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} * a_i$$

$S_i$  – ģeotelpiskās vienības (biotopa) platība

$a_i$  – ģeotelpiskās vienības (biotopa) vērtība

$S$  – kopējā projekt teritorijas platība

*PIEMĒRS. Viena ekosistēmu pakalpojuma (piemēram, siens lopbarībai) vidējās svērtās vērtības aprēķināšana teritorijā, kuru veido 5 ģeotelpiskās vienības (biotopi):*

No.	Ģeotelpisko vienību (biotopu) platība ( $S_i$ )	Ģeotelpisko vienību EP vērtība pirms projekta īstenošanas ( $a_i$ )	Ģeotelpisko vienību EP vērtība pēc projekta īstenošanas ( $a_i$ )
1.	10	2	5
2.	20	0	0
3.	20	5	5
4.	40	3	5
5.	10	4	4
	Kopējā platība ( $S$ ): 100 ha	-	-

*Vidējā svērtā EP vērtība pirms projekta īstenošanas:*

$$(10/100*2) + (20/100*0) + (20/100*5) + (40/100*3) + (10/100*4) = 2,8$$

*Vidējā svērtā EP vērtība pēc projekta īstenošanas:*

$$(10/100*5) + (20/100*0) + (20/100*5) + (40/100*5) + (10/100*4) = 3,9$$

**Izmantojot lauka pētījuma datus vai citus aktuālos telpiskos datus** (piemēram, attālās izpētes datus), iespējams novērtēt projekta tiešās ietekmes uz pakalpojuma nodrošinājumu jeb plūsmu. Šajā gadījumā novērtējums var ietvert šādas darbības:

- ekosistēmu pakalpojumu novērtējums, izmantojot lauka novērtējumus, tiek veikts tikai biotopu atjaunošanas vietās pirms un pēc projekta darbību īstenošanas. Salīdzinot abus rezultātus, tiek vērtētas projekta ietekmes vietas līmenī, kurus apkopojot, var veikt secinājumus par projekta ietekmi kopumā

*vai*

- ekosistēmu pakopojumu novērtējumu veic katrā projekta teritorijā (saimniecībā), katram biotopam pirms un pēc projekta darbību veikšanas. Iegūtos rezultātus normalizē skalā 0-5 un izmanto ekosistēmu pakalpojumu matricas aizpildīšanai. Pēc tam, izmantojot iepriekš aprakstīto metodi, iespējams aprēķināt katra pakalpojuma veida

vidējo svērto vērtību pirms un pēc projekta darbību īstenošanas katrai projekta teritorijai, kā arī visām teritorijām kopumā.

### 6.3.2. GrassLIFE projekta ietvaros izmantojamā ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas metodes

Ņemot vērā LIFE programmas vadlīnijās piedāvātos, kā arī citus apzinātos ekosistēmu pakalpojumu rādītājus, ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai GrassLIFE projekta ietvaros varētu tikt izmantotas vairākas metodes, t.sk. tiešie lauka mērījumi, kas īstenojami projekta vides ietekmju monitoringa ietvaros, netiešie mērījumi, izmantojot kā aizstājēj-vērtības citu pētījumu ietvaros iegūtos rezultātus, zemes īpašnieku aptaujas, kā arī pieejamo telpisko datu analīzi (skatīt 4. tabulu). Precīzāku rezultātu iegūšanai atsevišķos gadījumos piemērotas varētu būt arī modelēšanas metodes, tomēr tās parasti prasa īpašas iemaņas un papildus resursus, līdz ar to var būt grūti realizējamas LIFE projekta ietvaros. Dažus no identificētajiem ekosistēmu pakalpojumiem iespējams novērtēt, izmantojot arī projekta rezultatīvos rādītājus.

4. tabula. Potenciāli izmantojamās metodes ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai GrassLIFE projekta ietvaros

CICES versija 5.1	Lauka mērījumi	Lauka mērījumi un datu analīze laboratorijā	Citu telpisko datu analīze	Netiešais novērtējums izmantojot aizstājējvērtības	Modelēšana	Zemes īpašnieku aptauja	Projekta rezultatīvie rādītāji
1.1.3.1. Mājlopi pārtikas ieguvei (gaļa, piens)						X	
1.1.5.1. Savvaļas augi pārtikai (ārstniecības augi)	X			X			
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem (siens lopbarībai, medus)	X			X		X	X
1.2.1.1. Ģenētiskais materiāls: sēklas, sporas u.c. augu materiāli, kas tiek ievākti populāciju uzturēšanai vai atjaunošanai	X				X		
1.2.1.2. Ģenētiskais materiāls: augstāki un zemāki augi (veseli organismi), ko izmanto jaunu šķirņu veidošanai		X					
2.1.1.2. Piesārņojuma filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/ akumulācija, ko veic mikroorganismi, aļģes, augi vai dzīvnieki		X			X		
2.2.1.1. Erozijas kontrole	X		X		X		
2.2.2.1. Aputeksnēšana	X			X	X		
2.2.2.3. Dzīvotņu un vairošanās vietu uzturēšana	X		X	X	X		X
2.2.4.1. Dēdēšanas process un tā ietekme uz augsnes auglību		X					
2.2.6.1. Atmosfēras un okeānu ķīmiskā sastāva regulēšana		X		X			
3.1.1.1. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur aktīvu mijiedarbību ar dabu						X	
3.1.1.2. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur pasīvu mijiedarbību ar dabu vai novērošanu			X				
3.1.2.1. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina zinātniskos pētījumus vai arī tradicionālo ekoloģiskās zināšanas							X



3.1.2.2. Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina izglītību un apmācības							X
3.1.2.3. Ekosistēmu iezīmes, kas atspoguļo kultūras mantojuma			X			X	X

## Piedāvātie risinājumi katra ekosistēma pakalpojumu novērtēšanai GrassLIFE projekta teritorijās

### Mājlopi pārtikas ieguvei (gaļa, piens)

<p><b>Rādītāji :</b> Dzīvnieku vienības (skaits/ha) un saražoto produktu apjoms (kg vai l)</p> <p><b>Metode:</b> Zemes īpašnieku aptauja</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājumu projekta teritorijās, kā arī projekta veikto darbību ietekmi iespējams noskaidrot, aptaujājot zemes īpašniekus par mājlopu skaitu (dzīvnieku vienībām) un saražotās produkcijas apjomu pirms un pēc projekta darbību īstenošanas. Šajā gadījumā šis būtu daudz piemērotāks risinājums, salīdzinot ar ekspertu vērtējumu vai izmantojot citu pētījumu rezultātus.</p> <p>Lai novērtētu zālāju tipu ietekmi uz lauksaimniecības produktu kvalitāti, būtu nepieciešams analizēt no dažādiem zālājiem iegūtās lopbarības kvalitāti (sagremojamību, proteīna saturu vai citus parametrus) (LLKC, 2013; Tasset et al., 2019), kā arī salīdzināt saražotās produkcijas garšas kvalitātes, kas varētu būt grūti īstenojams projekta ietvaros. Citu pētījumu rezultāti liecina par labākiem garšas un uzturvērtības kvalitātes rādītājiem produktos, kas iegūti no dabiskajos zālajos ganītajiem lopiem un to produktiem, tomēr tie nav pietiekami, lai izvērtētu atšķirības starp biotopiem.</p>
--	---

### Savvaļas augi pārtikai (ārstniecības augi)

<p><b>Rādītājs:</b> Ārstniecības augu daudzveidība (skaits/1m<sup>2</sup> vai ha)</p> <p><b>Metode:</b> Lauka mērījumi vai aizstājējvērtības no citiem pētījumiem</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, nosakot ārstniecības augu daudzveidību katram biotopam/zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un attiecinot šo vērtību uz visu atbilstošā biotopa/zālāja tipa platību projekta teritorijā. Gadījumā, ja ir pieejami atbilstoši dati no citiem pētījumiem, tos var izmantot kā aizstājējvērtības pakalpojuma novērtēšanai projekta teritorijā.</p>
---	--

### Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem (siens lopbarībai, medus)

<p><b>Rādītājs:</b> Biomasas apjoms (t/ha/gadā)</p> <p><b>Metodes:</b> Lauka mērījumi; aizstājējvērtības no citiem pētījumiem; zemes īpašnieku aptauja</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājumu var novērtēt, izmantojot lauka mērījumus – ievācot un nosverot biomasas apjomu katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un attiecinot šo vērtību uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā, kā arī aptaujājot zemes īpašniekus par ievāktā siena apjomu (t/ha/gadā).</p> <p>Ja nav iespējams projekta ietvaros noteikt biomasas apjomu uz lauka, tad kā aizstājējvērtības var izmantot LIFE</p>
--	---

	GRASSSERVICE projekta pētījumu rezultātus (skatīt 4. nodaļu vai Strazdiņa u.c., 2015; Rūsiņa (red.), 2017).
<b>Rādītājs :</b> Medus ieguvei nepieciešamo ziedaugu daudzums (skaits/ha) <b>Metode:</b> Lauka mērījumi	Lai novērtētu medus ieguves potenciālu, būtu nepieciešams lauka apstākļos novērtēt zālāja tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās medus ieguvei nepieciešamo ziedaugu daudzumu. Literatūrā kā rādītājs tiek piedāvāts arī pieejamais medus substrāta (atsevišķu augu sugu saražotā nektāra, izsvīdum-medus un putekšņu) daudzums (kg/ha/gadā) (Affek, 2018), tomēr šādu datu ieguve projekta ietvaros varētu būt pārāk sarežģīta.

Ģenētiskais materiāls (sēklas, sporas u.c. augu materiāli, kas tiek ievākti populāciju uzturēšanai vai atjaunošanai)

<b>Rādītāji:</b> Ģenētiskā materiāla/sugu daudzveidība (sugu, dzimtu, organismu skaits/ha vai m <sup>2</sup> ); ievācamo sēklu, sporu u.c. augu materiālu daudzums (g/kg/m <sup>2</sup> vai ha) <b>Metode:</b> Lauka mērījumi	Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, nosakot sugu daudzveidību, kā arī ievācamo sēklu vai citu augu materiālu daudzumu, raksturojot tā dzimtas, ģintis un nosakot to daudzveidību pēc bioģeogrāfiskā gradienta katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un attiecinot šo vērtību uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā vai arī salīdzinot relatīvā skalā pret citiem biotopiem. Pagaidām nav izdevies identificēt kvalitatīvus pētījumus, kuru rezultātus varētu izmantot kā aizstājējvērtības šī pakalpojuma novērtēšanai Latvijā sastopamajos zālāju tipos.
--	--

Ģenētiskais materiāls (augstāki un zemāki augi (veseli organismi), ko izmanto jaunu šķirņu veidošanai)

<b>Rādītāji:</b> Relikti no citiem biotopiem (skaits); ģenētiskā materiāla/sugu daudzveidība (sugu skaits, dzimtu, organismu skaits/ha vai m <sup>2</sup> ) <b>Metode:</b> Lauka mērījumi un datu analīze laboratorijā vai aizstājējvērtības	Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, izmantojot lauka mērījumus – nosakot sugu daudzveidību katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un attiecinot šo vērtību uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā vai arī salīdzinot relatīvā skalā pret citiem biotopiem. Cits veids ir definējot reliktus no citiem biotopiem (skaits) katrā biotopā. Pagaidām nav izdevies identificēt kvalitatīvus pētījumus, kuru rezultātus varētu izmantot kā aizstājējvērtības šī pakalpojuma novērtēšanai Latvijā sastopamajos zālāju tipos, taču aizstājējvērtību definēšanā var izmantot datubāzes, kurās var meklēt augus, kuri vai kuru gēni ir izmantoti kultūraugu selekcijā (CWR vai SESTO).
---	---

Piesārņojuma filtrācija/piesaiste/ uzglabāšana/ akumulācija, ko veic mikroorganismi, aļģes, augi vai dzīvnieki

<b>Rādītāji:</b> Organismu sugu daudzveidība vidē (skaits)	Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, izmantojot lauka mērījumus – ievācot augsnes paraugus katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un laboratorijas apstākļos nosakot augsnes organismu sugu daudzveidību vidē, attiecinot šīs
--	---

<p><b>Metode:</b> Lauka mērījumi un datu analīze laboratorijā</p>	<p>vērtības uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā. Dati par barības vielu koncentrāciju augsnē ir iegūstami no augsnes analīzēm, kas tiek veiktas projekta ietvaros (projekta ietekmju vides monitoringa vajadzībām).</p> <p>Iespējams veikt arī pakalpojuma potenciāla modelēšanu, balstoties uz augsnes un veģetācijas informāciju, taču tas prasa papildus un modelēšanas iemaņas.</p>
---	--

### Erozijas kontrole

<p><b>Rādītāji:</b> Veģetācijas segums (%), kas var aizturēt augsnes eroziju, vai atklātās augsnes laukumu segums (%)</p> <p><b>Metode:</b> Lauka mērījumi un citu telpisko datu analīze</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājuma potenciāls novērtējams, izmantojot lauka datus par velēnas slēgumu, blīvumu un atsegtajiem augsnes laukumiem zālājā, tādējādi nosakot veģetācijas segums (%), kas var aizturēt augsnes eroziju vai atklātās augsnes laukumus, kas var to veicināt. Šo informāciju iespējams kombinēt ar reljefa datiem/virsmas slīpuma modeli, identificējot teritorijas ar paaugstinātu erozijas risku (piemēram, nogāzes slīpums ir 4<sup>0</sup> un vairāk), tādējādi nosakot platības, kur pakalpojums tiek nodrošināts. Iespējams izmantot arī pieejamos erozijas risku aprēķināšanas modeļus.</p>
--	--

### Apputeksnēšana

<p><b>Rādītāji:</b> Piemērotas dzīvotnes apputeksnētājiem (% vai ha); apputeksnētāju daudzums (sugu un indivīdu skaits/ ha)</p> <p><b>Metode:</b> Lauka mērījumi vai aizstājējvērtības no citiem pētījumiem</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, izmantojot lauka mērījumus – nosakot apputeksnētāju daudzumu katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un attiecinot šo vērtību uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā vai arī novērtējot apputeksnētājiem piemērotas dzīvotnes (% vai ha). Kā aizstājējvērtības iespējams izmantot arī citu pētījumu ietvaros iegūtos rezultātus (skatīt Affek, 2018).</p>
---	--

### Dzīvotņu un vairošanās vietu uzturēšana

<p><b>Rādītāji:</b> Augu un putnu sugu skaits uz 1 m<sup>2</sup> vai ha; biotopa platība (ha); biotopa kvalitāte vai aizsardzības stāvoklis</p> <p><b>Metode:</b> Lauka mērījumi un citu telpisko datu analīze vai aizstājējvērtības no citiem pētījumiem</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, izmantojot lauka mērījumus – nosakot aizsargājamo augu un putnu sugu skaits uz 1 m<sup>2</sup> vai ha katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un attiecinot šo vērtību uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā, kā arī izmantojot pieejamos datus par biotopa platību (ha), biotopa kvalitāti vai aizsardzības stāvokli vai projekta datus par atjaunotajām zālāju platībām. Šī pakalpojuma novērtēšanā iespējams izmantot arī konektivitātes modeļa datus.</p>
---	---

### Dēdēšanas process un tā ietekme uz augsnes auglību

<p><b>Rādītāji:</b> Katjonu apmaiņas kapacitāte (CEC) (cmol/kg; meq<sup>+</sup>/100g); augsnes organiskais ogleklis (%),</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, izmantojot lauka mērījumus – ievācot augsnes paraugus katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un laboratorijas apstākļos</p>
--	---

<p>augiem pieejamās barības vielas (kg/ha), augsnes virskārtas pH</p> <p><b>Metode:</b> Lauka mērījumi un datu analīze laboratorijā</p>	<p>nosakot katjonu apmaiņas kapacitāti, augsnes organisko oglekli, augiem pieejamās barības vielas un augsnes virskārtas pH. Šīs vērtības tiek attiecinātas uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā. Dati par barības vielu koncentrāciju augsnē ir iegūstami no augsnes analīzēm, kas tiek veiktas projekta ietvaros (projekta ietekmju vides monitoringa vajadzībām).</p>
---	--

### Atmosfēras un okeānu ķīmiskā sastāva regulēšana

<p><b>Rādītājs:</b> Organiskais ogleklis augsnē (%); SEG emisiju samazināšana (CO<sub>2</sub> ekvivalents t/ha)</p> <p><b>Metode:</b> Lauka mērījumi un datu analīze laboratorijā; aizstājējvērtības no citiem pētījumiem</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, izmantojot lauka mērījumus – ievācot augsnes paraugus katram zālāju tipam reprezentatīvās parauglaukumu vietās un laboratorijas apstākļos nosakot organiskā oglekļa saturu augsnē. Šīs vērtības tiek attiecinātas uz visu atbilstošā zālāja tipa platību projekta teritorijā. Dažiem zālāju biotopiem ir iespējams atrast aizstājējvērtības no pētījumiem, bet to izmantošanā ir jāņem vērā pētītais ģeogrāfiskais un klimatiskais reģions, lai dati ir salīdzināmi. Piemēram, var izmantot igauņu pētījumu (Villoslada Peciņa et al., 2019).</p>
---	---

### Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur aktīvu mijiedarbību ar dabu

<p><b>Rādītāji:</b> Lauku tūristu skaits</p> <p><b>Metode:</b> Zemes īpašnieku aptauja</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, aptaujājot lauku tūrisma pakalpojumu sniedzējus par apmeklētāju skaitu projekta teritorijās.</p>
--	--

### Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina rekreācijas vai izklaidējošās darbības caur pasīvu mijiedarbību ar dabu vai novērošanu

<p><b>Rādītāji:</b> Sociālajos medijos/datu krātuvēs publicēto ģeo-marķēto fotogrāfiju skaits</p> <p><b>Metode:</b> Ģeo-marķēto fotogrāfiju analīze</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, apkopojot datus par sociālajos medijos/datu krātuvēs publicēto ģeo-marķēto fotogrāfiju skaitu no projekta teritorijām (zinātniskajā literatūrā pieejamie piemēri: pētījums par piekrastes ainavas estētisko kvalitāti Lietuvā (Depellegrin et al., 2012); kalnu ainavas novērtējums (Tenerelli et al., 2016), dažādu pieeju apkopjoša analīze (Bubalo et al., 2019).</p>
---	--

### Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina zinātniskos pētījumus

<p><b>Rādītāji:</b> Uz projekta rezultātiem balstīto konferenču ziņojumu un zinātnisko publikāciju skaits</p> <p><b>Metode:</b> Publikāciju uzskaitē</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, norādot uz projekta rezultātiem balstīto konferenču ziņojumu un zinātnisko publikāciju skaitu.</p>
--	--

### Ekosistēmu iezīmes, kas nodrošina izglītību un apmācības

<p><b>Rādītāji:</b> Projekta ietvaros izveidota demonstrējumu saimniecība, izglītojošu pasākumu un publikāciju skaits</p> <p><b>Metode:</b> Publicitātes rādītāju uzskaite</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, norādot projekta ietvaros izveidoto demonstrējuma saimniecību, izglītojošo pasākumu un publikāciju skaitu.</p>
--	--

#### Ekosistēmu iezīmes, kas atspoguļojas kultūras mantojumā

<p><b>Rādītāji:</b> Tradicionāli apsaimniekotās zālāju platības (ha)</p> <p><b>Metode:</b> Telpisko datu analīze; iedzīvotāju aptauja</p>	<p>Pakalpojuma nodrošinājums novērtējams, apzinot tradicionāli apsaimniekotās zālāju platības (ha), ko var noskaidrot, apkopojot vēsturisko informāciju, aptaujājot zemes īpašniekus, kā arī norādot platības, kur projekta ietvaros atjaunoti tradicionālai apsaimniekošanai raksturīgi zālāju biotopi, piemēram, parkveida pļavas.</p>
---	--

## Izmantotā literatūra

- Affek A.N., 2018. Indicators of ecosystem potential for pollination and honey production. *Ecological Indicators*, 94:33-45. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.001>
- Armstrong, H.M., Gordon, I.J., Hutchings, N.J., Illius, A.W., Milne, J.A. & Sibbald, A.R. 1997. A model of the grazing of hill vegetation by sheep in the UK. II. The prediction of offtake by sheep. *Journal of Applied Ecology*, 34, 186-207.
- Ashworth, A.J., Toler, H.D., Allen, F.L., Augé, R.M., 2018. Global meta-analysis reveals agro-grassland productivity varies based on species diversity over time. *PLoS ONE* 13(7): e0200274. Pieejams: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200274>
- Báldi, A., Batáry, P., Kleijn, D., 2013. Effects of grazing and biogeographic regions on grassland biodiversity in Hungary – analysing assemblages of 1200 species. *Agric. Ecosyst. Environ.* 166, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.03.005>
- Bengtsson, J., J. M. Bullock, B. Egoh, C. Everson, T. Everson, T. O'Connor, P. J. O'Farrell, H. G. Smith, and R. Lindborg. 2019. Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere* 10(2): e02582.
- Bartholomé, O., Grigulis, K., Colace, M.-P., Arnoldi, C., Lavorel, S., 2018. Methodological uncertainties in estimating carbon storage in temperate forests and grasslands. *Ecological Indicators* 95:331–342. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.054>
- Bennie, J., Hill, M.O., Baxter, R. & Huntley, B. (2006) Influence of slope and aspect on long-term vegetation change in British chalk grasslands. *Journal of Ecology*, 94, 355-368.
- Berghöfer A, Schneider A, 2015. Indicators for Managing Ecosystem Services – Options & Examples. ValuES Project Report. Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ) GmbH, Leipzig, and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn. Germany. 49pp.
- Blüthgen, N., Dormann, C.F., Prati, D., Klaus, V.H., Kleinebecker, T., et al., 2012. A quantitative index of land-use intensity in grasslands. Integrating mowing, grazing and fertilization. *Basic Applied Ecology* 13: 207–20, Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2012.04.001>
- Bubalo M., van Zanten B.T., Verburg P.H., 2019. Crowdsourcing geo-information on landscape perceptions and preferences: A review. *Landscape and Urban Planning*. 184:101-111, Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.01.001>
- Bullock, J.M., Jefferson, R.G., Blackstock, T.H., Pakeman, R.J., Emmet, B.A., Pywell, R.J., Grime, J.P., Silvertown, J., 2011. Semi-natural Grasslands. UK National Ecosystem Assessment. Understanding Nature's Value to Society. Technical Report. UNEPWCMC, Cambridge.
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01252.x>
- Burkhard, B., Maes, J. (Eds.) 2017. Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp. Pieejams: <http://ab.pensoft.net/articles.php?id=12837>
- Calaciura B & Spinelli O. 2008. Management of Natura 2000 habitats. 6210 Semi-natural dry grasslands and scrubland facies on calcareous substrates (Festuco-Brometalia) (\*important orchid sites). European Commission
- Carolan, R., Fornara, D.A, 2016. Soil carbon cycling and storage along a chronosequence of re-seeded grasslands: Do soil carbon stocks increase with grassland age? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 218:126–132. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.021>
- Carvell, C. (2002) Habitat use and conservation of bumblebees (*Bombus* spp.) under different grassland management regimes. *Biological Conservation*, 103, 33-49.
- 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. Pieejams: <https://doi.org/10.1051/lait:2004008>
- Cole, L.J., Brocklehurst, S., Robertson D., Harrison, W., McCracken, D.I., 2017. Exploring the interactions between resource availability and the utilisation of semi-natural habitats by insect pollinators in an intensive agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 246:157–167. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.007>
- Crop Wild Relatives database. Global Crop Diversity Trust. Skatīts: 13.05.2019. Pieejams: <https://www.cwrdiversity.org>
- DEFRA - Department for Environment, Food and Rural Affairs 2007. Conserving the Biodiversity- The UK Approach. Crown copyright 2007. Pieejams: <http://www.defra.gov.uk/wildlifecountryside/pdfs/biodiversity/ConBioUK-Oct2007.pdf>

- Díaz Forero, I., 2011. Influence of Biotic and Abiotic Factors at Patch and Landscape Scale on Bumblebees (*Bombus* spp.) in Semi-natural Meadows. Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia.
- Díaz, S., S. Demissew, C. Joly, W. M. Lonsdale, and A. Larigauderie. 2015. A rosetta stone for nature's benefits to people. *PLoS Biology* 13(1): e1002040. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.1002040>
- Dendoncker, N., F. Boeraeve, E. Crouzat, M. Dufrêne, A. König, and C. Barnaud. 2018. How can integrated valuation of ecosystem services help understanding and steering agroecological transitions? *Ecology and Society* 23(1):12. Pieejams: <https://doi.org/10.5751/ES-09843-230112>
- Denisow, B., Wrzesień, M., 2015. The importance of field-margin location for maintenance of food niches for pollinators. *J. Apic. Sci.* 59, 27–37. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1515/jas-2015-0002>.
- Depellegrin D., Blažauskas N., Egarter Vigl L., Aesthetic value characterization of landscapes in coastal zones. IEEE/OES Baltic International Symposium (BALTIC). Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1109/baltic.2012.6249166>
- 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, Pieejams: <https://doi.org/10.1080/13504509.2016.1146176>
- EEA - European Environment Agency 2001. Dry and mesic grassland habitats. Copenhagen, Denmark. Pieejams: Pieejams: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/pressures-on-grasslands/dry-and-mesic-grassland-habitats>
- Ekroos J., Olsson O., Rundlöf, M., Wätzold, F., Smith, H.G., 2014. Optimizing agri-environment schemes for biodiversity, ecosystem services or both? *Biological Conservation* 172:65–71. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.02.013>
- Eriksson M.O.G. 2008. Management of Natura 2000 habitats. 9070 Fennoscandian wooded pastures. European Commission
- Estel S., Mader S., Levers C., Verburg P.H., Baumann M., Kuemmerle T., 2018. Combining satellite data and agricultural statistics to map grassland management intensity in Europe. *Environmental Research Letters*. 13 074020, Pieejams: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacc7a>
- European Commission. Assessing ecosystems and their services in LIFE projects. A guide for beneficiaries. Pieejams: [https://ec.europa.eu/easme/sites/easme-site/files/life\\_ecosystem\\_services\\_guidance.pdf](https://ec.europa.eu/easme/sites/easme-site/files/life_ecosystem_services_guidance.pdf)
- Evans N.M. 2019. Ecosystem Services: On Idealization and Understanding Complexity. *Ecological Economics*. 156: 427-430. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.10.014>
- Eze, S., Palmer S.M., Chapman P. J., 2018. Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings. *Journal of Environmental Management* 223: 74–84. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.013>
- Ford, H., Garbutt, A., Jones, D. L., Jones, L., 2012., Impacts of grazing abandonment on ecosystem service provision: Coastal grassland as a model system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 162: 108– 115. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.09.003>
- Franzluebbbers, A.J., 2009. Soil organic carbon in managed pastures of the southeastern United States of America. In: *Grassland carbon sequestration: management, policy and economics*. Food and Agricultural Organization, Roma, pp. 163–175.
- Fraser, M. D., Davies, D. A. Vale, J. E. Nute, G. R. Hallett, K. G. Richardson, R. I. Wright., I. A. 2009. Performance and meat quality of native and continental cross steers grazing improved upland pasture or semi-natural rough grazing. *Livestock Science* 123:70–82. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.10.008>
- Galvánek D. & Janák M. 2008. Management of Natura 2000 habitats. 6230 \*Species-rich *Nardus* grasslands. European Commission.
- Gould, I.J., Quinton, J.N., Weigelt, A., De Deyn, G.B, Bardgett, R.D., 2016. Plant diversity and root traits benefit physical properties key to soil function in grasslands. *Ecology Letters*, 19: 1140–1149. Pieejams: <https://doi.org/10.1111/ele.12652>
- Grêt-Regamey, A., Weibel, B., Rabe, S.E., Burkhard, B., 2017. A tiered approach for ecosystem service mapping. Applying ecosystem service mapping in marine areas. In: Burkhard B, Maes J (Eds) *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp. Pieejams: <http://books.pensoft.net/book/13161/mapping-ecosystem-services>
- Griffith, B.A. & Tallowin, J.R.B (2007) Agronomic value of Biodiverse Grasslands. *High Value Grassland: providing biodiversity, a clean environment and premium products*. (ed J.J. Hopkins), pp. 225-228. British Grassland Society Occasional Symposium No. 38. British Grassland Society, Cirencester.
- 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. Pieejams: <https://www.pik-potsdam.de/news/public>

[events/archiv/alter-net/former-ss/2009/10.09.2009/10.9.-haines-young/literature/haines-young-potschin 2009 bes 2.pdf](#)

- Heinsoo, K., Melts, I., Sammul, M., Holm, B., 2010. The potential of Estonian semi-natural grasslands for bioenergy production. *Agric. Ecosyst. Environ.* 137 (1–2), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.01.003>
- Henderson, I.G., Fuller, R.J., Conway, G.J. & Gough, S.J. 2004. Evidence for declines in populations of grassland-associated birds in marginal upland areas of Britain. *Bird Study*, 51, 12-19.
- Holzschuh, A., Dudenhöffer, J.-H., Tscharncke, T. 2012. Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. *Biological Conservation* 153:101–107. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.032>
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., D. M. Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J. and Wardle, D. A., 2005, Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge, *Ecological Monographs*, (75) 3–35. Pieejams: <https://doi.org/10.1890/04-0922>
- 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. Pieejams: [https://bd.eionet.europa.eu/Reports/ETCBDTechnicalWorkingpapers/Survey\\_on\\_grassland\\_ecosystem\\_services\\_CZ](https://bd.eionet.europa.eu/Reports/ETCBDTechnicalWorkingpapers/Survey_on_grassland_ecosystem_services_CZ)
- Isselstein, J., Jeangros, B. & Pavlu, V. 2005. Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe - A review. *Agronomy Research*, 3, 139-151.
- Ivask, K., Kuu, A., Truu, M., Kutti, S., Meriste, M., Peda, J., 2012. Earthworm communities in soils of Estonian wooded meadows. *Baltic Forestry* 18 (1), 111–118. Pieejams: [https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF\\_Articles/201218%5B1%5D/Ivask\\_2012%2018%20\(1\)\\_111\\_118.pdf](https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/201218%5B1%5D/Ivask_2012%2018%20(1)_111_118.pdf)
- Jauker, F., Bondarenko, B., Becker, H.C., Steffan-Dewenter, I., 2011. Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape. *Agricultural and Forest Entomology*, Pieejams: <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2011.00541.x>.
- Kārklīš, A., Bērziņa, M. 2016. Priekšlikumi zemes un augsnes degradācijas klasifikācijas, kritēriju un novērtēšanas kārtības izstrādei. VARAM.
- Kayser, M., Müller, J., Isselstein, J., 2018., Grassland renovation has important consequences for C and N cycling and losses. Review. *Food Energy Security* 7:e00146. Pieejams: <https://doi.org/10.1002/fes3.146>
- Kołtowski, Z., 2006. Wielki Atlas Roślin Miododajnych (in Polish). Przedsiębiorstwo Wydawnicze Rzeczpospolita SA, Warszawa.
- Krzyżaniak, M., Stolarski, M.J., 2017. Perennial Grasses for Energy. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, pp. 131–140
- Landis, D.A., Gardiner, M.M., Van Der Werf, W., Swinton, S.M. 2008. Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (51): 20552–20557
- Leibenaths M. un Badura M., 2005. Natura 2000 teritoriju ekonomiskās novērtēšanas rokasgrāmata, Baltijas Vides Forums.
- LATVIJA. ZEME, DABA, TAUTA, VALSTS, 2018. O. Nikodemus, M.Kļaviņš, Z. Krišjāne, V. Zelčs (zina. Red.). Rīga: Latvijas Universitāte. Akadēmiskais apgāds.
- Lucas, A., Bull, J.C., de Vere, N. Neyland, P.J., Forman, D.W. 2017. Flower resource and land management drives hoverfly communities and bee abundance in seminatural and agricultural grasslands. *Ecology and Evolution*. 7:8073–8086. <https://doi.org/10.1002/ece3.3303>
- Lugato, E., Panagos, P., Bampa, F., Jones, A., Montanarella, L., 2013. A new baseline of organic carbon stock in European agricultural soils using a modelling approach. *Glob. Chang. Biol.* 20 (1): 313–326. Pieejams: <https://doi.org/10.1111/gcb.12292>
- Moulin, T., Perasso, A., Gilletta, F., 2018. Modelling vegetation dynamics in managed grasslands: Responses to drivers depend on species richness. *Ecological Modelling* 374 (2018) 22–36, Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.02.013>
- Maeder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U., 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296:1694–1697
- 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., et al., 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. Pieejams:



- [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf)
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Murphy, P., Paracchini, M.L., Barredo, J.I., Grizzetti, B., Cardoso, A., Somma, F., Petersen, J., and 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. Pieejams: [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf)
- Melts, I., 2014. Biomass From Semi-natural Grasslands for Bioenergy. Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia.
- Mežule, L., Skripsts, Ē., Auziņš, A., Straziņa, B. 2016. Technological solutions for the use of biomass with evaluation of cost effectiveness. Pieejams: <https://grassservice.balticgrasslands.eu/2017/01/zinojums-technological-solutions-for-the-use-of-biomass-with-evaluation-of-cost-effectiveness/>
- Orford, K.A., Murray P.J., Vaughan, I.P., Memmott J., 2016. Modest enhancements to conventional grassland diversity improve the provision of pollination services. *Journal of Applied Ecology*, 53:906–915. Pieejams: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12608>
- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., Montanarella, L., Alewell, C., 2015. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy* 54: 438–447. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.012>.
- Picó, F.X., Van Groenendael, J., 2007. Large-scale plant conservation in European semi-natural grasslands: a population genetic perspective. *Diversity and Distributions* 13, 920–926.
- OZOLS. Datu bāze. 2018. Dabas aizsardzības pārvalde. Pieejams: <http://ozols.daba.gov.lv/pub/>
- Qi, A., Murray P.J., Richter, G.M., 2017. Modelling productivity and resource use efficiency for grassland ecosystems in the UK. *European Journal of Agronomy* 89:148–158, Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2017.05.002>
- Rega, C., Bartual A.M., Bocci, G., Sutter, L., Albrecht, M., Moonen, A.-C., Jeanneret, P., van der Werf, W., Pfister, S.C., Holland, J. M., Paracchini, M.L., 2018. A pan-European model of landscape potential to support natural pest control services. *Ecological Indicators* 90:653–664. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.075>
- Ricketts, T.H., Regetz, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Bogdanski, A., Gemmill-Herren, B., Greenleaf, S.S., Klein, A.M., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Ochieng, A., Viana, B.F., 2008. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters* 11:499–515.
- Rewitzer, S., Huber, R., Grêt-Regamey A., Barkmann J., 2017. Economic valuation of cultural ecosystem service changes to a landscape in the Swiss Alps. *Ecosystem Services* 26: 197–208. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.014>
- Rūsiņa S. 2006. Latvijas mezofīto un kserofīto zālāju daudzveidība un kontaktsabiedrības. Promocijas darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, 218 lpp Pieejams: [www3.acadlib.lv/greydoc/Rusinas\\_disertacija/Rusina\\_ang.doc](http://www3.acadlib.lv/greydoc/Rusinas_disertacija/Rusina_ang.doc)
- Rūsiņa, S. (red.) 2017. Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. 3.sējums. Dabiskās pļavas un ganības. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda.
- Santos-Martín et al. (2018): Report on Social Mapping and Assessment methods. ESMEERALDA Deliverable 3.1. Available at: <http://www.esmeralda-project.eu/documents/1/>
- Schwartz, M.W., Bringham, C., Hoeksema, J.D., Lyons, K.G., Mills, M.H. and van Mantgem, P.J., 2000. Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *Oecologia* 122: 297 –305.
- SESTO. Database. Nordic Genetic Resource Centre (NordGen). Skatīts 13.05.2019. Pieejams: <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?thm=sesto>
- Slaviero, A. 2016. Ecology and conservation strategies of target dry grassland orchid species (Orchidaceae). Ca' Foscari University of Venice. Venezia, Italy.
- Skripsts Ē., Atvars A., Klaučāns E., Mežule L., Strods S., Bojārs E., 2017. Testing alternatives for the use of grass biomass: experience from the GRASSSERVICE project. Pieejams: [https://grassservice.balticgrasslands.eu/content/uploads/2017/11/Publication-on-results-of-assessment-of-the-alternative-uses-of-biomass\\_Final.pdf](https://grassservice.balticgrasslands.eu/content/uploads/2017/11/Publication-on-results-of-assessment-of-the-alternative-uses-of-biomass_Final.pdf)
- Soms, J., Kasparinskis, R., Ruskule, A. 2015. Augsnes ūdens erozija un tās novērtēšana. Informatīvs izdevums. Latvijas Universitāte.
- Soussana, J., Lemaire, G., 2014. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 190: 9–17. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.012>.

- Southon, G.E., Anna Jorgensen, A., Dunnett, N., Hoyle, H., Evans, K.L., 2017. Biodiverse perennial meadows have aesthetic value and increase residents' perceptions of site quality in urban green-space. *Landscape and Urban Planning* 158:105–118. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.08.003>
- Stevens, C.J., 2018. Recent advances in understanding grasslands. *F1000Research*, 7(F1000 Faculty Rev):1363. Pieejams: <https://doi.org/10.12688/f1000research.15050.1>
- Straziņa, B., Jakovels, D., Auziņš, A. 2015. Zālāju biomasas resursi Siguldas un Ludzas novadā. Pieejams: <https://grassservice.balticgrasslands.eu/2016/01/zinojums-zalaju-biomasas-resursi-siguldas-un-ludzas-novada/>
- Tasset, E., Boulanger, T., Diquélou, S., Lainé P., Lemauviel-Lavenant, S., 2019. Plant trait to fodder quality relationships at both species and community levels in wet grasslands. *Ecological Indicators* 97: 389–397, Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.035>
- Tasser E., Mader M. & Tappeiner U. 2003. Effects of land use in alpine grasslands on the probability of landslides. *Basic and Applied Ecology* 4:271-280.
- Tenerelli P., Demšar U., Luque S., 2016. Crowdsourcing indicators for cultural ecosystem services: A geographically weighted approach for mountain landscapes. *Ecological indicators*, 64:237-248, Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.042>
- Tonn, B., Thumm, U., Claupein, W., 2010. Semi-natural grassland biomass for combustion: influence of botanical composition, harvest date and site conditions on fuel composition. *Grass and Forage Science*. 65:383-397
- Van Vooren, L., Reubens, B., Broekx S., Reheul, D., Verheyen, K., 2018. Assessing the impact of grassland management extensification in temperate areas on multiple ecosystem services and biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 267: 201–212. Pieejams: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.08.016>
- Vihervaara, P., et al., 2018. Biophysical Mapping and Assessment Methods for Ecosystem Services. *ESMERALDA Deliverable 3.3*. Available at: <http://www.esmeralda-project.eu/documents/1/>
- Vickery, J.A., Tallowin, J.R., Feber, R.E., Asteraki, E.J., Atkinson, P.W., Fuller, R.J. & Brown, V.K. 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology*, 38, 647-664.
- Villoslada, M., Vinogradovs, I., Ruskule, A., Veidemane, K., Nikodemus, O., Kasparinskis, R., Sepp, K., Gulbinas, J., 2018. A multitiered approach for grassland ecosystem services mapping and assessment: The Viva Grass tool. *One Ecosystem* 3: e25380. Pieejams: <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e25380>
- Villoslada Peciña, M., Ward, R.D., Bunce, R.G.H., Sepp, K., Kuusemets, V., Luuk, O. 2019. Country-scale mapping of ecosystem services provided by semi-natural grasslands. *Science of the Total Environment*, 661: 212-225.
- VSIA “Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs”. 2013. Lopbarības analīžu rezultātu apkopojums. Valsts Lauku tīkls.
- Werling, B.P., Meehan, T.D., Robertson, B.A., Gratton, C., Landis, D.A., 2011. Biocontrol potential varies with changes in biofuel–crop plant communities and landscape perenniality. *GCB Bioenergy* 3:347–359.
- Winfrey R, Fox JW, Williams NM, et al. 2015. Abundance of common species, not species richness, drives delivery of a real-world ecosystem service. *Ecol Lett.*; 18: 626–35
- Zavaleta, E.S., Pasari, J.R., Hulvey, K.B. & Tilman, G.D. 2010. Sustaining multiple ecosystem functions in grassland communities requires higher biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 1443-1446.
- Zulian, G., Maes, J., Paracchini, M.L. 2013. Linking Land Cover Data and Crop Yields for Mapping and Assessment of Pollination Services in Europe. *Land* 2:472-492. <https://doi.org/10.3390/land2030472>

## 7. Pielikumi



