

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS NODAĻA

**LATVIJAS ZEMES IZMANTOŠANAS UN ZEMES IZMANTOŠANAS  
MAIŅAS MATRICAS IZVEIDOŠANA, IZMANTOJOT MEŽA  
RESURSU MONITORINGA ĢEOTELPISKO INFORMĀCIJU**

MAĢISTRA DARBS

Autors: **Linards Ludis Krumšteds**

Stud.apl.nr.: lk18097

Darba vadītājs: Dr. geogr. Zigmārs Rendenieks

Darba konsultanti: Dr. silv. Andis Lazdiņš

Mg. geogr. Jānis Ivanovs

RĪGA 2020

## ANOTĀCIJA

Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas aprēķina matrica ir viena no svarīgākajām valsts siltumnīcefekta gāzu (SEG) inventarizācijas sastāvdaļām zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektorā, kas sniedz kopsavilkumu par izmaiņām zemes izmantošanā valstī kopš 1990. gada. Informāciju par zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu izmanto, lai aprēķinātu pārējos parametrus, kuri ir svarīgi SEG emisiju un oglekļa krājumu izmaiņu noteikšanai dzīvībā un nedzīvajā biomasā, augsnē un zemsegā, kā arī tā sniedz informāciju par pielietoto klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumu ietekmi uz SEG emisijām. Zemes izmantošanas maiņas aprēķinus var veikt daļēji automatizētā procesā, izmantojot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas (GIS) rīkus, kuri atvieglo aprēķinu veikšanu, samazina laika patēriņu šim uzdevumam un novērš iespējamās neuzmanības kļūdas. Šī pētījuma mērķis ir pilnveidot zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matricas izstrādes metodiku valsts SEG inventarizācijas sistēmā, izmantojot Meža resursu monitoringa (MRM) ģeotelpiskos datus un papildus datu avotus. Izstrādātā sistēma izmanto ģeotelpiskos MRM datus un palīginformāciju, ko sniedz Zemes gabalu informācijas sistēmas (LPIS – no angļu valodas land parcel information system), tajā skaitā Meža valsts reģistrs un Lauku reģistrs, kas uzlabo zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matricas precizitāti un tendenču atspoguļošanu, nodrošinot iespēju pielietot nemainīgu zemes izmantojumu uzskaites metodi visam pārskata periodam kopš 1990. gada, tādā veidā samazinot nenoteiktību un īslaicīgu izmaiņu ietekmi rezultātos. Izstrādātā metode uzrāda zemes izmantošanas izmaiņas 5 gadu periodā, salīdzinot 3 secīgus MRM ciklus. Lai noteiktu faktisko zemes izmantošanas kategoriju konkrētajā gadā, veikta nozīmīguma faktoru attiecināšana uz dažādām zemes izmantošanas kategorijām. Lai noteiktu ikgadējās zemes izmantošanas maiņu, darbā izmantota lineārā interpolācija. Pētījumā izstrādātā zemes izmantošanas maiņas matrica seko zemes izmantošanas izmaiņu tendencēm, kas nozīnotas nacionālajā SEG inventarizācijā. Matricas izveidei un atjaunināšanai nav vajadzīgs laikietilpīgs manuāls darbs, lai noteiktu MRM ģeotelpisko datu ģeometrijas izmaiņas, kuras var nebūt saistītas ar reālām zemes izmantošanas izmaiņām. Šo aprēķinu daļēja automatizācija, izmantojot GIS vidē pieejamos rīkus, ļauj veikt aprēķinus ātrāk un precīzāk.

**Atslēgas vārdi:** Zemes izmantošana un zemes izmantošanas maiņa, zemes izmantošanas matrica, MRM, SEG inventarizācija.

## ANOTATION

Land use and land use change calculation matrix is one of the most important parts of the National Greenhouse Gas (GHG) inventory in land use, land use change and forestry (LULUCF) sector, providing a summary of change in land use at the national level over specified period of time. Information on land use and land use change is further used to calculate other parameters important for the determination of GHG emissions and changes in carbon stock in living and dead biomass, soil and litter, as well as basic information on the impact of applied climate change mitigation measures. Calculations of land use change can be carried out in a partly automated process using geographic information system (GIS) tools, which make calculations easier to perform, reduce time consumption for this task and occasional human errors. The aim of this study is to improve the methodology for the development of land use and land use change matrix in the national GHG inventory system using geospatial data of National forest inventory (NFI) and auxiliary data. This methodology uses geospatial NFI data and auxiliary information provided by the Land parcel information system (LPIS) and stand-wise forest inventory, and it improves the accuracy and consistency of land use and land use change matrix, providing the ability to apply the same land use accounting method for the entire reporting period since 1990 without a significant increase in uncertainty. The developed method determines land use change in a 5-year period by comparing three subsequent NFI cycles. To determine the actual land use category in a specific year, adjustment of weights is performed for different land use categories. Linear interpolation is used to determine year-by-year transitions. The land use change matrix, elaborated in this study, shows similar trends of land use change, if compared to the currently reported data in the National GHG inventory; however, elaboration of the matrix does not require time-consuming manual sorting of change in the NFI plot geometry, which are not associated with actual change in land use. Significant automation of these calculations using GIS tools allows these calculations to be made faster and more precisely.

**Key words:** Land use and land use change, land use matrix, NFI, GHG inventory.

## SATURS

ANOTĀCIJA.....	2
ANOTATION.....	3
SATURS.....	4
DARBĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI .....	5
IEVADS .....	6
1. LITERATŪRAS APSKATS .....	8
1.1 Zemes izmantošana un zemes izmantošanas maiņa .....	8
1.1.1 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas noteikšanas metodes pasaulē .....	8
1.1.2 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas noteikšanas metode Latvijā.....	10
1.2 Meža resursu monitorings (Meža statistiskā inventarizācija).....	14
1.2.1 Meža resursu monitoringa mērķi un uzdevumi .....	14
1.2.2 Meža resursu monitorings Eiropā.....	15
1.2.3 Meža resursu monitorings Latvijā .....	22
2. MATERIĀLI UN METODES.....	28
2.1 Pētījuma vieta un objektu raksturojums .....	28
2.2 Ģeotelpisko datu apstrāde.....	28
2.3 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matrica .....	32
2.4 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matrica – salīdzinājums starp cikliem pa gadiem.....	34
2.5 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matricas aprēķinu modifikācijas aprēķiniem nākotnē.....	34
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA .....	36
3.1 Kopējās izmaiņas zemes izmantošanā no 1990. līdz 2018. gadam .....	36
3.2 Zemes izmantošanas maiņa pa kategorijām .....	39
SECINĀJUMI .....	46
PATEICĪBAS .....	46
IZMANTOTĀ LITERATŪRA .....	48
PIELIKUMI.....	53

## DARBĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI

GIS	ģeogrāfiskās informācijas sistēma
IPCC	Klimata pārmaiņu starpvaldību padome
LiDAR	tālizpētes metode (aerolāzerskanēšana)
LPIS	Lauku atbalsta dienesta uzturētā zemes gabalu informācijas sistēma
MRM	meža resursu monitorings
MSI	meža statistiskā inventarizācija
SEG	siltumnīcefekta gāzes
UNFCCC	Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām
VMD	Valsts meža dienests
ZIZIMM	zemes izmantošana, zemes izmantošanas maiņa un mežsaimniecība

## IEVADS

Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM, angļu val. – LULUCF) sektora zemes izmantošanas vērtību, un SEG emisiju aprēķinu rezultāti ir dažādu sarežģītu sociālo un ekoloģisko faktoru mijiedarbības rezultāts (Desta et al. 2000). Cilvēki ir pārveidojuši un mainījuši zemi, lai gūtu labumu un labklājību visos laikos vēstures gaitā. Cilvēka materiālās, sociālās un kultūras vajadzības ir tikušas nodrošinātas, un tās joprojām nodrošina zeme un tās resursi (Mekkonen et al. 2018; Birhane et al. 2019). ZIZIMM sektorā zemes izmantojuma veidi ir sadalīti 6 galvenajās kategorijās – meža zeme, aramzeme, zālāji, mitrāji, apdzīvotas vietas un citas zemes. Visas zemes izmantošanas kategorijas ir sadalītas divās daļās – zemē, kas paliek tajā pašā kategorijā vismaz 20 gadus un zemē, kas pārveidota no vienas kategorijas uz citu, atsevišķi veicot arī SEG emisiju uzskaiti šajās kategorijās (Eggleston et al. 2006).

Meža resursu monitorings (MRM), jeb meža statistiskā inventarizācija, ir ieviesta lielākajā daļā Eiropas valstu, jo MRM ir vienīgais datu avots, kas nodrošina periodiskus, lielā mērā harmonizētus un uz lauka mērījumu datiem balstītus zemes izmantošanas datus, kas aptver visas vai lielāko daļu zemes izmantošanas kategoriju (Traub et al. 2017). Pastāvīgas un nepārtrauktas monitoringa programmas kā MRM ir nozīmīgs informācijas avots ekoloģiskiem un vides pētījumiem un lēmumu pieņemšanai (Lindenmayer, Likens 2010). MRM ir daļa no Latvijas mežu monitoringa programmas, un uz tā datu pamata sagatavo aplēses par daudziem parametriem, kuri raksturo meža resursu pašreizējo stāvokli un izmaiņas - informāciju, kas nepieciešama politikas un lēmumu pieņemšanai valsts un reģionālā līmenī, kā arī starptautiskiem ziņojumiem (Pulkkinen et al. 2018). Meža resursu monitoringu Latvijā kopš 2004. gada īsteno Latvijas Valsts mežzinātnes institūts (LVMI) "Silava". Katru gadu līdz 1. aprīlim LVMI Silava iesniedz informāciju Zemkopības ministrijā par MRM laikā iegūtajiem datiem no iepriekšējā gada.

Kopš 2008. gada LVMI Silava ir atbildīga par datu ievākšanu, lai ziņotu par oglekļa krājumu izmaiņām un SEG emisijām Latvijā ZIZIMM sektorā, un MRM dati ir galvenais darbību datu avots, ko izmanto valsts SEG inventarizācijā (Jansons, Licite 2010). Pašlaik izmantotā metodoloģija oglekļa krājumu izmaiņu uzskaitē ir visaptveroša – izmantotās metodes pielieto visiem zemes izmantošanas veidam – meža zemei, aramzemei, zālājiem, mitrājiem, apdzīvotām vietām un citām zemēm, izmantojot vienotu dabību datu bāzi (Eggleston et al. 2006).

**Maģistra darba mērķis** ir izveidot metodoloģiju zemes izmantošanas un zemes izmantojuma maiņas matricai nacionālajā siltumnīcefekta gāzu (SEG) inventarizācijas sistēmā, izmantojot meža resursu monitoringa (MRM) datus un papildu datus.

Lai darba mērķis tiktu veiksmīgi sasniegts, ir izvirzīti vairāki pētnieciskie **uzdevumi**:

1. izveidot metodiku zemes izmantošanas veida aprēķiniem, izmantojot meža resursu monitoringa datus, ņemot vērā to, ka datu ievākšanas specifikas dēļ iespējama zemes izmantošanas maiņa, kura netiek reģistrēta;
2. apzināt un izmantot papildus ģeotelpisko un citu datu avotus, kuri uzlabotu zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas aprēķinu precizitāti;
3. papildināt metodiku, lai varētu noteikt zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu ikgadēji, ņemot vērā MRM datu ievākšanas specifiku.

Kopējais maģistra darba apjoms ir 66 lapaspuses, tajā skaitā 21 attēls, 7 tabulas, 3 formulas un 9 pielikumi. Darbs sastāv no anotācijas latviešu un angļu valodā, ievada, literatūras apskata, metodiskās sadaļas, rezultātu un secinājumu sadaļas, pateicībām.

Maģistra darba rezultāti daļēji prezentēti zinātniskajās konferencēs un publicēti zinātniskajos žurnālos ārzemēs:

- Starptautiskajā zinātniskajā konferencē “*Biosystems engineering 2019*”, Tartu, Igaunijā;
- Starptautiskajā zinātniskajā konferencē “*Rural Development 2019. Research and innovation for bioeconomy*”, Kauņā, Lietuvā;
- Starptautiskajā zinātniskajā konferencē “*EGU General Assembly 2020*”, Vīnē, Austrijā.
- Publicēts raksts zinātniskajā žurnālā “*Agronomy research*”  
Atsauce uz rakstu: Krumsteds, L. L., Ivanovs, J., Jansons, J., Lazdins, A. 2019. Development of Latvian land use and land use change matrix using geospatial data of National forest inventory. *Agronomy research*. 17(6), 2295-2305.

## 1. LITERATŪRAS APSKATS

### 1.1 Zemes izmantošana un zemes izmantošanas maiņa

Zemes izmantošana un zemes izmantojuma izmaiņas kā starpdisciplināra zinātniska tēma ir kļuvusi aktuāla tikai nesen, un to nozīmi atzīst arī nacionālie un starptautiskie pētniecības organizācijas. Piemēram, Amerikas Savienoto Valstu Valsts pētniecības padome to ir noteikusi kā vienu no septiņām galvenajām problēmām vides zinātnē (Brown et al. 2019). Galvenais iemesls, kāpēc zemes izmantošana un zemes izmantošanas maiņa ir ieguvusi pasaules akadēmiskās un politiskās nozares uzmanību, ir pieņēmums, ka tā ir primārs faktors, kas raksturo tiešu ietekmi uz dažādām ekosistēmām, kā arī tas, ka atkarībā no zemes izmantošanas veida iespējams noteikt kā norisinās globālās klimata pārmaiņas (Cegielska et al. 2018; Hersperger et al. 2018; Liu et al. 2012). Informācija par zemes izmantošanu sniedz informāciju par to, kā sabiedrība izmanto zemes resursus, kas ir viens no galvenajiem elementiem, lai noteiktu SEG emisijas (Rounsvell & Reay 2009; Yang et al. 2020). Cilvēki ir pārveidojuši zemes savām vajadzībām un labklājībai, un jau vēsturiski ir veiktas tādas darbības kā augkopība, ganīšana, mežizstrāde, kalnrūpniecība un urbanizācija, un šie procesi aktīvi novērojami arī mūsdienās (Sleeter et al. 2012; Holman et al. 2017; Wulder et al. 2018).

#### 1.1.1 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas noteikšanas metodes pasaulē

##### *Tālizpētes metodes*

Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas noteikšanas nepieciešamībai var tikt izmantotas dažādas tālizpētes metodes. Informācija var tikt iegūta, izmantojot dažādus radara vai optiskā tipa sensorus, kuri uzstādīt uz satelītiem vai arī lidmašīnām, kurām uzstādītas optiskās un infrasarkanās, lēcu kameras. Šie dati parasti sniedz informāciju nevis par zemes izmantošanas veidu, bet gan zemes seguma veidu, kuriem parasti nepieciešami, atbalsta dati, kuri sniedz datu precizitātes apstiprinājumu. Zemes seguma klasifikāciju ir iespējams veikt, izmantojot dažādas metodes. Vēsturiski zemes seguma noteikšana notika, izmantojot apmācītu speciālistu darbu, kuri aerofotogrāfiju vai satelītattēlu lentas skatīja manuāli (Peebles 1997). Mūsdienās, pateicoties tehnoloģiju sniegtajam atbalstam, zemes seguma veids, no kura iespējams noteikt zemes izmantošanas

veidu, notiek automatizēti, kuras laikā speciālists veic datu apstrādi un pārbauda datu precizitāti. Pateicoties tālizpētes metodēm, iespējams iegūt precīzus, atkārtoti iegūstamus datus, kuri aptver lielas platības, kā arī sniedz iespēju iegūt informāciju par ģeogrāfiskām vietām, kurām ir apgrūtināta piekļūšana (kalni, nomaļas ielejas u.c.). Tos iespējams izmantot pētījumos, kuru izpilde savādāk būtu apgrūtināta vai neiespējama (Cao et al. 2019; Morley et al. 2018; Reinhold et al. 2016). Tālizpētes optisko metožu lielākie mīnusi ir saistīti ar grūtībām noteikt zemes segumu un zemes izmantošanas veidu dienās, ka debesīs novērojami mākoņi, kuri aizsedz satelītu redzesloku uz zemes virsmu (Shrestha et al. 2019). Tāpat jāņem vērā fakts, ka attīstoties tehnoloģijām, nākotnē iespējama tālizpētes metožu maiņa, kura var pieprasīt veco datu pielīdzināšanu jaunajiem datiem (Van Den Brink et al. 2017). Vēsturiski satelītattēlu veidotie zemes virsmas un zemes izmantošanas iegūtie dati bija piemēroti tikai vietām, kurās ir homogenizēts zemes segums. Tomēr mūsdienās jau notiek darbs ar daudz precīzāku satelītu izmantošanu, kuriem atšķirībā no veco satelītu viduvējās izšķirtspējas (30 m) tehnoloģijas ir uzlabotas, lai tie spētu sasniegt 0,5 m lielu izšķirtspēju (Earth observing system 2019). Ņemot vērā, ka šī tehnoloģija izstrādāta nesen, kā arī to, ka izšķirtspēja vērtējama kā izcila, šādas tehnoloģijas izmantošana ir dārga un vairāk piemērota mazu teritoriju tālizpētei, bet sakarā ar tehnoloģiju ātro izaugsmi, un ātro cenu kritumu, var veikt pieņēmumu, ka nākotnē šīs tehnoloģijas var tikt izmantotas, lai veiktu zemes seguma un zemes izmantošanas noteikšanu arī ievērojami lielākām teritorijām.

### *Lauka apsekojumi*

Lauka apsekojumi zemes izmantošanas noteikšanā var norisināties divu iemeslu dēļ – lai noteiktu zemes izmantošanas veidu vai arī, lai pārbaudītu datu precizitāti zemes izmantošanā, kas iegūts, izmantojot tālizpētes metodes. Daudz biežāk lauku apsekošana notiek tieši zemes izmantošanas noteikšanas dēļ, jo šai metodei nepieciešams liels apsekojumu skaits, lai ievāktie dati būtu precīzi un spētu reprezentēt valsts teritoriju. Veikt lauka apsekojumus tikai zemes izmantošanas noteikšanai ir nerentabli, kā arī pārlietu laikietilpīgi, tādēļ lauka apsekojumu metode parasti tiek apvienota ar citiem monitoringiem, piemēram, meža resursu monitoringu u.c. Pirms paša lauku apsekojuma jāizveido vienmērīgs parauglaukumu tīkls, kuram jāspēj reprezentēt noteikto valsts teritoriju, šī iemesla dēļ visbiežāk tiek izmantots meža resursu monitorings, jo tā veikšanai parauglaukumu tīkls lielākajā daļā Eiropas valstu jau ir izveidots. Lai arī daudzās valstīs lauka dati tiek pierakstīti uz iepriekš izstrādātām papīra formām, tomēr ir iespējams izmantot

jaunās tehnoloģijas, kuras šo procesu padara elektronisku, kā arī novērš datu dubultievadi, tā samazinot nepieciešamo darba laiku datu ievadei, kā arī radot iespēju datus nosūtīt attālināti un reāllaikā. Veicot lauka apsekojumus, parauglaukumu informācija tiek mērīta instrumentāli, izmantojot teodolītus, mērlentes vai elektroniskus mērītājus (Claude et al. 2016).

### 1.1.2 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas noteikšanas metode Latvijā

Zemes izmantošanas un tās maiņas noteikšana un monitorings ir svarīgākais rīks zemes apsaimniekošanas uzraudzībā valstī. Tas sniedz ne tikai statistisko informāciju par esošo situāciju, bet arī norāda uz apsaimniekošanas tendenču izmaiņām nacionālā līmenī.

IPCC (IPCC 2003) kategorizē trīs veidus, kā tiek iegūta informācija par zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņu, kā arī sniedz piemērus, kā šādus datus reprezentēt (1.1. tabula).

1.1. tabula

IPCC noteiktās pieejas zemes izmantošanai un zemes izmantošanas maiņai (izveidojis autors, izmantojot IPCC 2003)

Pieeja	Pieejas apraksts
1.	Sistēmas, kas identificē katras atsevišķas zemes izmantošanas kategorijas kopējo platību valstī, bet nesniedz detalizētu informāciju par to, kāda veida zemes izmantošana ir pārveidota. Robežu veidi bieži ir noteikti politiskā vai administratīvā līmenī (pašvaldība, valsts), un šī metode spēj izsekot tikai neto izmaiņas zemes platībā (kopējās platības izmaiņas no gada uz gadu). Parasti tie ir valsts mēroga statistikas dati, piemēram – lauksaimniecības zemju apkopšanas dati vai dati, kas parasti tiek, sagatavoti citiem mērķiem.
2.	Sistēmas, kas identificē kopējo platību katrai atsevišķai zemes izmantošanas kategorijai, kā arī neto zaudējumus un neto ieguvumus katrai zemes izmantošanas kategorijai (t. i., izmaiņas gan no katras zemes izmantošanas kategorijas, gan no tās). Dati ir pieejami tikai apkopotā teritoriālā līmenī; nav zināmas konkrētas zemes izmantošanas un zemes izmantošanas izmaiņu vietas.

3.	<p>Sistēmas, kas ļauj laika gaitā izsekot zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņai, izmantojot telpiski precīzu informāciju. Saskaņā ar IPCC 2006. gada pamatnostādņēm šādas sistēmas ietver kartēšanu visas valsts teritorijas ietvaros jeb “no robežas līdz robežai” (wall to wall method), izmantojot tāluzpētes metodes, kā arī dažādas valsts līmeņa monitoringa sistēmas, kas nosaka zemes izmantošanu konkrētās vietās. Valsts meža resursu monitoringu vai līdzīgus monitoringus, kas uzrauga zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņu fiksētos parauglaukumos, ir jāpieskaita pie 3. pieejas.</p>
----	---

Lai arī starptautiski katras valsts zemes izmantošanas veida definīcijas var ievērojami atšķirties, ZIZIMM ir izstrādājis vienotu harmonizētu vērtību skalu, pēc kuras zemes izmantošanas kategorijas tiek iedalītas 6 kategorijās (IPCC 2003):

- meža zeme – šajā kategorijā tiek iekļautas visas zemes ar kokaugu veģetāciju, kuras atbilst vērtībām, kuras izmanto, lai noteiktu meža zemju vērtību SEG inventarizācijā. Šīs zemes tiek sadalītas sīkāk, nosakot pārvaldītās un neapsaimniekotās platības, ņemot vērā arī ekosistēmu veidus, kuri norādīti IPCC vadlīnijās. Meža zemēs var tikt iekļautas arī sistēmas, kuras vēl nav pārsniegušas noteiktās IPCC vērtības, lai tās varētu iekļaut meža zemēs, bet šīm sistēmām ir pamatots potenciāls drīzumā sasniegt un iekļauties meža zemju kategorijā;
- aramzeme – šajā kategorijā ietilpst aramzemju un sējumu platības, kā arī agro-mežsaimniecības sistēmas, kurās, veģetācijas robežvērtības ir ievērojami zemākas, nekā tas norādīts IPCC vadlīnijās, un tām nav potenciāla drīzumā sasniegt meža zemju kategorijas robežvērtības;
- zālājs – šajā kategorijā tiek iekļautas zālāju un ganību zemes, kuras netiek uzskaitītas kā aramzemes. Tās iekļauj arī platības, kurās veģetācijas robežvērtības nepārsniedz meža zemju robežvērtības, kā arī tām bez cilvēka iejaukšanās nav potenciāla sasniegt meža zemju veģetācijas robežvērtības. Šajā kategorijā tiek ieskaitīti pilnīgi visa veida zālāji, sākot ar dabiskajiem un beidzot ar mākslīgi izveidotiem atpūtas vietu zālājiem. Visi zālāji tiek iedalīti divās apakškategorijās – apsaimniekotajos un neapsaimniekotajos zālājos;
- mitrāji – šī kategorija sevī iekļauj zemes, kuras visu gadu vai tā daļu ir klātas, vai piesātinātas ar ūdeni, un kuri nevar tikt pieskaitīti meža zemju, aramzemju, zālāju vai

apbūves zemes kategorijām. Tā sīkāk tiek iedalīta apsaimniekotajos un neapsaimniekotajos mitrājos;

- apbūve – šajā kategorijā ietilpst visa attīstītā zeme, ieskaitot jebkura izmēra transporta infrastruktūru un cilvēku apmetnes, ja vien tās jau nav iekļautas citās kategorijās;
- citas zemes – šajā kategorijā, tiek iekļautas kailā augsne, ieži, ledus un visas neapsaimniekotās platības, kuras neatbilst nevienai no iepriekš minētajām kategorijām. Šīs kategorijas robežvērtības ir ļoti nenoteiktas, jo tā ļauj kategorizēt visu valsts platību, neatstājot platības, kurām nav noteikts zemes izmantošanas veids.

Lai novērstu dubultuzskaiti, katras valsts atbildīgajai institūcijai zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas jautājumos, katru individuālo zemes vienību (jeb sektoru) klasificē tikai vienā kategorijā. Situācijās, kurās valstis nevar pielīdzināt kādu no nacionālajām zemes izmantošanas kategorijām ZIZIMM noteiktajām kategorijām, laba prakse ir apvienot vai sadalīt šīs zemes izmantošanas klasifikācijas sistēmas esošās zemes klases, lai izmantotu izklāstītās kategorijas, un ziņot par pieņemto procedūru. Tāpat ieteicams precizēt nacionālās definīcijas visām kategorijām, kuras izmanto inventarizācijā, un ziņot par visiem definīcijās izmantotajiem parametriem un robežvērtībām. Ja nacionālā līmenī tiek izveidota jauna vai mainīta jau esoša zemes kategorija, to nepieciešams pielīdzināt kādai no 6 IPCC zemes kategorijām (IPCC 2003).

Latvijā zemes izmantošana tiek noteikta, pateicoties MRM laikā veiktajiem lauka apsekojumiem, kuru laikā tiek noteikta katra parauglaukuma zemes izmantošanas veids vai veidi, jo vienā parauglaukumā var tikt noteikta vairāk nekā tikai viena zemes izmantošanas kategorija. Kopumā MRM tiek izdalītas 49 dažādas zemes izmantošanas kategorijas, kuras var tikt pielīdzinātas iepriekš minētajām IPCC 6 zemes kategorijām (1.2. tabula). Izdalītajām kategorijām, veicot zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas aprēķinus, tiek piešķirta nemainīguma īpašība, kura nosaka, ka noteiktā zemes kategorija ir paliekoša vai tai piemīt ilgtermiņa pastāvēšana, un tā savu kategoriju drīzumā nemainīs (ceļi, grāvji, apbūve u.c.)

Meža resursu monitoringa noteiktās zemes izmantošanas kategorijas, to iedale ZIZIMM zemes izmantošanas kategorijās un nemainīguma īpašību esamība (izveidojis autors, izmantojot MRM datubāzi).

ZIZIMM zemes izmantošanas kategorija	MRM zemes izmantošanas kategorija	Zemes izmantošanas kategorijas nemainīguma īpašība	
Apbūve	Meža ceļš	Ir	
	Meža stīga	Ir	
	Meža grāvis	Ir	
	Lauksaimniecības grāvis	Ir	
	Autoceļš ar joslu	Ir	
	Dzelzceļš ar joslu	Ir	
	Pilsētas (miestiņi)	Ir	
	Industriālās trases (elektro, gāzes u.c.)	Ir	
	Apbūve ar veģetāciju	Ir	
	Meža ceļš ar joslu	Ir	
	Kvartālstīga	Ir	
	Mineralizēta josla	Ir	
	Kokmateriālu krātuves vieta	Nav	
	Kanāls	Ir	
	Grāvju trase	Ir	
	Sēkļu plantācija	Nav	
	Atpūtas vieta	Nav	
	Ceļu un dzelzceļu nodalījumu joslas	Ir	
	Aramzeme	Meža dzīvnieku barošanas lauce	Nav
		Augļu dārzs	Ir
Plantācijas		Nav	
Aramzeme		Nav	
Pagalms (piemājas zemes)		Nav	
Citas zemes	Smiltājs	Nav	
Mežs	Mežs	Nav	
	Degums	Nav	
	Iznīkusi audze	Nav	
	Vējgāze	Nav	
	Izcirtums	Nav	
	Mežs lauksaimniecības zemē	Nav	
Mitrājs	Sūnu purvs	Nav	
	Zāļu purvs	Nav	
	Pārejas purvs	Nav	

	Pārplūstošs klajums	Nav
	Bebu appludinājums	Nav
	Upe	Ir
	Ezers, dīķis	Ir
	Karjers aizaudzis	Nav
	Karjers svaigs	Nav
	Citas speciālas nozīmes zemes	Nav
	Karjers aizaudzis (ārpus meža)	Nav
	Karjers svaigs (ārpus meža)	Nav
Pļava	Lauce	Nav
	Virsājs	Nav
	Krūmājs	Nav
	Zālājs	Nav
	Aizaugusi LS zeme	Nav
	Upes paliene	Nav
	Rekultivēta zeme	Nav

## 1.2 Meža resursu monitorings (Meža statistiskā inventarizācija)

### 1.2.1 Meža resursu monitoringa mērķi un uzdevumi

Mežs mūsdienās spēlē aizvien nozīmīgāku lomu daudzu valstu nākotnes attīstībā. Sākot ar koksnes iegūšanu un beidzot ar to, ka meži atzīti par ievērojamām un svarīgām biodaudzveidības un oglekļa krātuvēm (Claude et al. 2016). Meža resursu monitorings, dēvēts arī par meža statistisko inventarizāciju, ir mežaudžu informācijas iegūšanas veids, kura ietvaros tiek iegūti gan statistiskie pārskati par valsts meža resursiem, gan tiek iegūta plaša statistiskā datu bāze par meža platību izmaiņām, meža koksnes resursu struktūru un dinamiku, mežaudžu bojājumiem, atmirušo koksni un uzkrātu hronoloģisku informāciju par mežaudžu attīstības gaitu, kas sniedz iespēju veikt padziļinātus pētījumus meža nozarē, audžu un atsevišķo koku līmenī (Jansons 2009). Mūsdienās MRM ir arī viens no zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas uzraudzības rīkiem. Tas ir svarīgs instruments, lai izveidotu vēsturisku un ilgtermiņa uzraudzības sistēmu, kas var sniegt datus par zemes izmantošanu un zemes izmantojuma maiņu (Soulard, Wilson 2013).

Galvenais meža monitoringa programmas mērķis ir nodrošināt valstī pastāvīgas novērojumu sistēmas funkcionēšanu un attīstību, lai sniegtu informāciju par meža veselības stāvokli un meža un vides faktoru mijiedarbību, kā arī nodrošināt informācijas ieguvu par oglekļa dioksīda (CO<sub>2</sub>) emisiju un piesaisti zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektorā (Lazdiņš 2008; Lazdiņš 2010).

MRM laikā ievāktie un aprēķinātie rezultāti ir nozīmīgs pamats valsts meža politikas attīstībai, kā arī tam, lai Latvija spētu pildīt starptautiski noteiktās saistības attiecībā uz starptautisko ziņošanu saskaņā ar Kioto protokolu (ANO 1998). Tāpat meža resursu monitorings sniedz informāciju par meža bioloģisko daudzveidību, sniedz atbalsta datus, lai uzlabotu meža atjaunošanas projektus un palīdzētu uzlabot meža teritoriju apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanas procesus nacionālā līmenī (Chirici et al. 2020). MRM ir viens no veidiem, kā noteikt postījumu ietekmes apmērus meža teritorijās, kuras tikušas skartas stipru vētru izraisītu vējgāžu laikā, sēņu infekciju vai kaitēkļu uzbrukumu gadījumos, bet, ņemot vērā parauglaukumu plašo izvietojumu un izmēra ziņā mazāk skartās teritorijas, labāka metode šādu postījumu apmēra noteikšanai ir tālīzpētes metodes (Edgar et al. 2019).

## 1.2.2 Meža resursu monitorings Eiropā

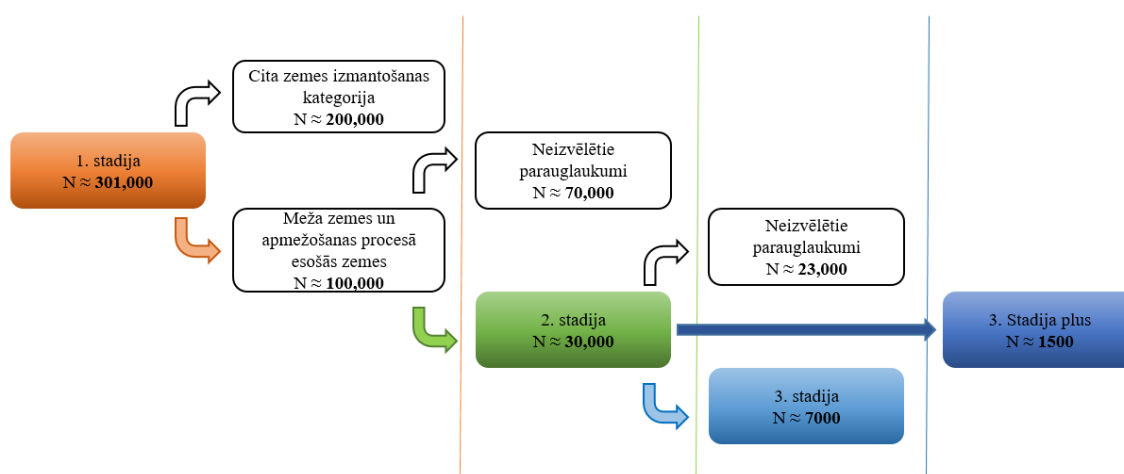
### *Itālija*

Pirmie MRM pasākumi Itālijā datējami ar 1983. gadu. Izstrādātā metode, kura 3×3 km<sup>2</sup> režģveida tīklā pārklāja valsts teritoriju, 90. gadu beigās tika atzīta par novecojušu, jo nespēja sniegt precīzus meža statistiskos datus, kurus būtu iespējams ziņot starptautiskā līmenī. Pēc metodikas pārstrādes 1999. gadā (Claude et al. 2016) MRM tika atzīts par ilgtermiņa nacionālas nozīmes projektu, kuram jāsniedz ilgtermiņa un konsekventa meža statistiskā informācija, kuru iespējams pielāgot arī starptautiskajai ziņošanai, priekš UNFCCC un ZIZIMM vajadzībām.

Jaunākā MRM metode izmanto trīs stadiju paraugu ievākšanas un apstrādes sistēmu, lai nodrošinātu datu stratifikāciju (1.1. attēls). Pirmajā fāzē tiek nejauši izvēlēti 301 000 parauglaukumu, kuriem vienmērīgi jāpārklāj visa valsts teritorija. Šis skaits izvēlēts, lai reprezentētu kopējo valsts platību, kura sasniedz 301 338 km<sup>2</sup> (Eurostat 2020) Šiem punktiem tiek veikta attālā izpēte izmantojot ortofoto. Foto interpretācijas laikā tiek noteikta katra punkta zemes izmantošanas veids, kurš pirmajā kārtā tiek iedalīts divās kategorijās – meža zeme vai zeme, kur novērojams apmežošanas process, un zemēs, kuras nav meža zeme, un tajās nav novērojams apmežošanas process. Otrajā fāzē pēc nejaušības principa tiek izvēlēti nākamie 30 000 parauglaukumi, kurus fiziski apseko apmācīti speciālisti klātienē. Parauglaukumi izvēlēti pēc principa, ka pirmajā fāzē tie tikuši kategorizēti kā meža zeme vai zemes, kur novērojams apmežošanas process. Šiem parauglaukumiem tāpat kā pirmajā fāzē jābūt vienādi blīvi izvietotiem, lai reprezentētu stāvokli visā valsts teritorijā. Katrs

parauglaukums reprezentē aptuveni 349 ha no kopējā mežu vai apmežošanās procesā esošo zemju kopplatības. Katra apļveida parauglaukuma platība sastāda 2500 m<sup>2</sup>, kuru centrs ir pirmajā fāzē noteiktais MRM parauglaukuma centrs. Katrs no šiem parauglaukumiem tiek iedalīts 23 zemākās meža zemju izmantošanas kategorijās. Galvenais uzdevums otrajā fāzē ir pārbaudīt pirmās fāzes atlasē precizitāti un veikt korekcijas, lai trešajā fāzē tiktu iekļauti tikai kritērijiem atbilstoši parauglaukumi, kuros iespējams turpināt turpmākos MRM darbus. Trešajā fāzē no otrās fāzes 30 000 parauglaukumiem tiek izvēlēti 7000 parauglaukumi, kurus izvēlas tā, lai tie reprezentētu noteiktu valsts reģionu un meža klasi. Šajā fāzē ievāktie dati galvenokārt tiek izmantoti, lai noteiktu kvantitatīvos rādītājus (koku krāju, ikgadējo pieaugumu, atmirušo biomasu, atjaunošanās spējas u.c. parametrus) (Claude et al. 2016).

Trešā plus fāze paredzēta, lai papildus ievāktu datus par lapu nobirām, kā arī augsnes datus, kuri pēc laboratoriskas apstrādes sniegtu ieskatu par oglekļa aplēsēm valstī. Šie parauglaukumi izvēlēti no otrās fāzes 30 000 parauglaukumiem pēc administratīvā novietojuma un meža klasifikācijas, lai sniegtu pēc iespējas detālāku un precīzāku pārskatu nacionālā līmenī.



1.1. attēls. Itālijas meža resursu monitoringa 3 stadiju metodika (Claude et al. 2016).

## Īrija

Īrija ir viena no valstīm, kur mežu pārklājums ir ļoti minimāls. 19. gadsimtā tās aizņēma tikai 1% (~69 000 ha) no valsts kopplatības, bet līdz mūsdienām tas stabili audzis, 1985. gadā aizņemot ~420 000 ha, bet 2018. gadā – jau 451 000 ha. Liela ietekme bija tam,

ka 20. gadsimtā lielākā daļa mežu piederēja valstij, kas aktīvi uzsāka apmežošanas programmas, kā arī tas, ka sākot no 1985. gada privātajiem zemes īpašniekiem sāka izsniegt valsts un ES subsidētas dotācijas, ja viņi savas zemes apmežoja. Mūsdienās Īrijā 57% no meža zemēm pieder valstij, bet 43% privātpašniekiem vai privātām kompānijām (Forestry focus 2018).

Sākot ar 1996. gadu, valsts teritorija noklāta ar kopumā 17 423 parauglaukumiem, 2×2 km<sup>2</sup> biezā režģa tīklā, kur katrs apļveida parauglaukums, kura diametrs ir 25,24 m un laukums sastāda 500 m<sup>2</sup>, reprezentē aptuveni 400 ha lielu nogriezni no valsts kopplatības. Katrs parauglaukums, tāpat kā citās Eiropas valstīs, tiek apsekots reizi piecos gados, jeb ciklā, kurus fiziski apseko speciāli apmācīti mežzinātņu eksperti. Apsekojuma laikā lauka darbu komanda, kuras sastāvā ir seši eksperti, novērtē parauglaukuma zemes izmantošanas kategorijas, koku augšanas parametrus (diametrs, augstums u.c.) un apstākļus, biodaudzveidību, augsni, u.c. parametrus. Eksperti fiziski apmeklē tikai daļu no 17 423 parauglaukumiem, jo dodas tikai uz tiem parauglaukumiem, kuros pateicoties tālīzpētes iespējām (ortofoto analizēšana) noteiktas meža zeme. Līdz 2012. gadā kopumā tika apmeklēt 1827 parauglaukumi, kuru skaits 2020. gadā noteikti ir audzis, pateicoties vēl aizvien veiktajām valsts un ES subsīdijām, kuras atbalsta apmežošanas pasākumus Īrijā (Claude et al. 2016; Forest Service of Ireland, Department of Agriculture, Food and the Marine 2018).

### *Lielbritānija*

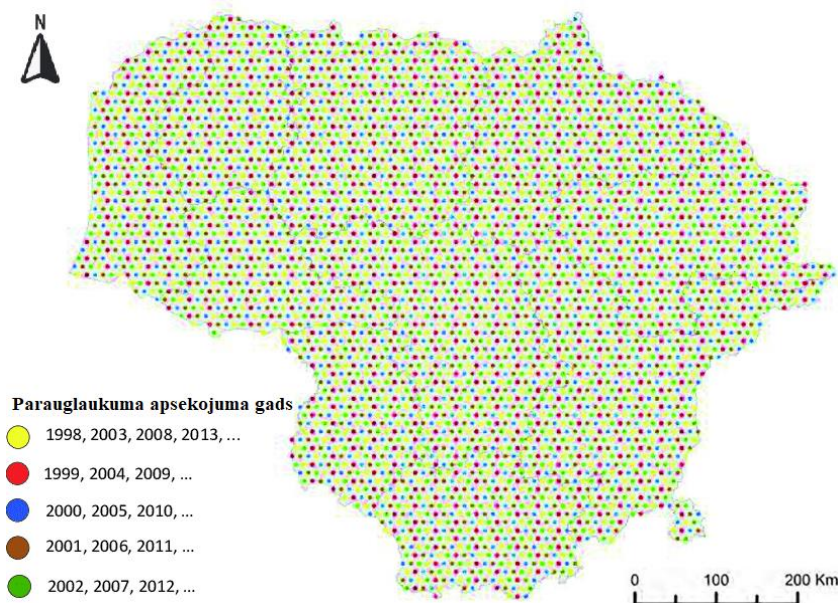
Sākot ar 2009. gadu, MRM parauglaukumu apsekojumu Lielbritānijā, tāpat kā Latvijā norisinās piecu gadu laikā, kuru laikā tiek fiziski apsekoti aptuveni 15 000 parauglaukumu, kurus veic lauka ekspertu komandas. Lielbritānijā izmantotā metode būtiski atšķiras no Latvijā izmantotās metodes. Parauglaukumi izmēra ir lielāki, to izmērs sasniedz 1 ha apjomu. Tikai 2/3 no parauglaukumiem ir pastāvīgi, un tajos paredzēti konsekventi apsekojumi arī nākotnē, bet 1/3 no parauglaukumiem izvēlēti pēc nejaušības principa, lai nodrošinātu elastību kopējā paraugā. Iepriekš veikto monitoringu ciklu ilgumi dažādu ietekmju dēļ (karš, ekonomiskā situācija valstī, cita zinātniskā pieeja u.c.) bija robežās no 10 līdz 15 gadiem un dažādu veida meža monitoringi uzsākti jau sākot ar 1924. gadu, un to izpilde un metodiskie pielietojumi atšķīrās no mūsdienās pielietotās metodes (Forest research 2019). Lai arī iepriekš veikto monitoringu metodes un izpilde atšķīrās no mūsdienās pielietotās metodes, tomēr tajos iegūtos datus un rezultātus daļēji iespējams pielīdzināt arī

mūsdienās iegūtajiem rezultātiem, kas nodrošina iespēju novērot un analizēt meža statistisko rādītāju izmaiņas un tendences pagātnē (Claude et al. 2016).

Viens no veidiem, kā piekļūt Lielbritānijas MRM ievāktajiem un aprēķinātajiem datiem, kuri ir publiski un bez maksas pieejami, ir izmantojot ArcGIS Online pieejamos pārlūka rīkus, kas atvieglo datu iegūšanu, kā arī reprezentatīvu materiālu (karšu, datu izklājlapu) pārlūkošanu personām, kurām nav padziļinātu zināšanu ĢIS vai citu programmu izmantošanā. Jāņem vērā arī fakts, ka ArcGIS Online rīku izmantošana ir bezmaksas. Brīvpieejas dati sadalīti arī pa trim Lielbritānijas administratīvajām teritorijām – Angliju, Skotiju un Velsu (Data forestry 2019).

### *Lietuva*

Lietuvā pirmie MRM mēģinājumi norisinājās jau 1969. gadā, kad galvenais monitoringa mērķis bija noteikt meža resursu apjoma izmaiņas pēc Otrā pasaules kara, bet netika izveidots pastāvīgs monitorings, un tas norisinājās tikai vienu reizi. 1975. gadā tika eksperimentēts ar dažādām MRM metodikām, lai noteiktu labāko viedu, kā regulāri veikt meža statistiskās informācijas ievākšanu, bet visi veiktie mēģinājumi tika pielietoti tikai vienu reizi, kā arī tikai noteiktās teritorijās (Mozgeris 2017). Mūsdienās izmantotā MRM metodika, tika ieviesta 1998. gadā, un tā vēl aizvien tiek pielietota veicot uzlabojumus metodikā ciklu ietvaros. Tieši ņemot piemēru no Lietuvas MRM metodikas, 2004. gadā Latvijā tika uzsākts MRM monitorings. Ņemot vērā kaimiņvalsts līdzīgo reljefu, kā arī koku sugu sastāvu, tika atzīts, ka Lietuvā izmantotā metode ar pielāgojumiem var tikt izmantota arī Latvijā. Kopumā Lietuvā izvietoti 16 325 parauglaukumi, kuri tiek apsekoti reizi piecu gadu periodā (1.2. attēls). 2018. gadā uzsākts jau piektais MRM cikls.



1.2. attēls. Lietuvas meža resursu monitoringa parauglaukumu novietojums un apsekojumu kārtība (Marcinkonis 2015)

Monitoringa laikā ievāktos datus var iedalīt trijās lielās kategorijās – teritorijas raksturlielumos, koku stāvoklī un koku izmēros. Daži no teritoriju raksturlielumiem (īpašumtiesības, zemes izmantošanas kategorijas, meža grupas un apakšgrupas, administratīvie reģioni) tiek iegūti no oficiāliem digitālajiem datu avotiem, bet citi (parauglaukuma veids, veģetācijas veids) tiek novērtēti lauka apsekojumu vai aprēķinu veidā (vecuma klase, vietas indekss, uzkrājums līmenis, sugu sastāvs). Teritoriju raksturlielumi ietver arī datus par parauglaukumu pagātni un izmantotajiem meža apsaimniekošanas veidiem – atmežošanu, apmežošanu un meliorācijas izbūvi (Claude et al. 2016).

### *Norvēģija*

Norvēģija ir viena no līderēm MRM nozarē. Pateicoties ievērojamam valsts dotējumam, kuru iegūst atbildīgās institūcijas, Norvēģija ir viena no pirmajām, kas savu MRM programmu cenšas uzlabot un attīstīt, lai to padarītu pēc iespējas precīzāku un vairāk automatizētu (NMBU-MINA 2015). Norvēģija ir pirmā valsts, kura valsts pārvaldē izveidojusi MRM, kurš balstījās uz statistisko paraugu ievākšanas metodēm. Tās sākums datējams ar 1919. gadu. Pateicoties senajai MRM vēsturei, Norvēģijā 2015. gadā sākās jau 11. meža resursu monitoringa cikls (Claude et al. 2016).

Līdzīgi kā Zviedrijā arī Norvēģijā MRM parauglaukumu izvietojums un blīvums attiecīgs no zonas, kurā tie iedalīti. Norvēģijā kopumā izdalītas četras dažādas zonas, kur parauglaukumu blīvums atkarīgs no teritorijas reljefa un mežaudžu blīvuma.

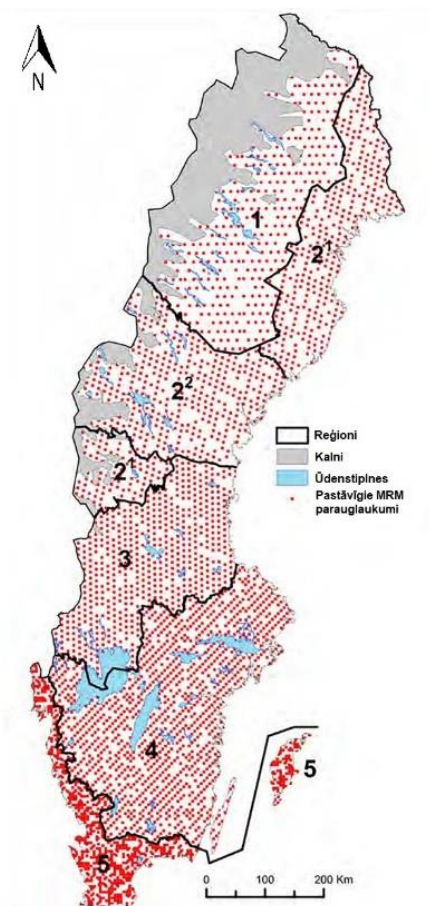
Inventarizācijas parauglaukumu novietojums sadalīts režģveida tīklā un pārklāj visu Norvēģijas teritoriju. Kopš 2009. gada parauglaukumi tiek apsekoti pēc piecu gadu rotācijas principa, tāpat kā citviet Eiropā. Atšķirībā no citām Eiropas valstīm, Norvēģijā uz zemesgabaliem, kuri izvietoti uz meža zemju kategorijas, kā arī pārējām zemes kategorijām, kurās novērojams koku segums, visiem kokiem, kas aug 250 m<sup>2</sup> platībā no parauglaukuma centra, mēra arī to koordinātas, tādējādi radot iespēju noteikt koku izmaiņas individuālā līmenī (NIBIO 2018). Papildus tiek testētas arī dažādas tālizpētes iespējas, kuras uzlabotu kopējo datu kvalitāti, kā arī nākotnē iespējams spētu aizstāt dažus no lauku darbu laikā pavaicājamiem uzdevumiem, tādējādi samazinot parauglaukuma apsekojuma laiku. Pateicoties tam, ka MRM metodes daudzās ES valstīs tiek veidotas pēc vienas metodes, šie pētījumi uzlabotu ne tikai situāciju valstiskā, bet arī starptautiskā mērogā. Tālizpētes metodes samazinātu MRM projektu kopējās izmaksas, kā arī spētu sniegt datus, kuri ievākti ar mazāku laika intervālu, kā arī ir daudz jaunāki. Pirmie testi un rezultāti jau sasniegti Norvēģijā, Zviedrijā un Somijā (Gobakken et al 2012; Nelson et al. 2012; NMBU-MINA 2018; Puliti 2020).

### *Zviedrija*

Zviedrijā MRM uzsākta jau 1923. gadā, kad politiskā mērogā tika apspriestas šaubas par meža pārvaldības politikas nostādņēm, koksnes resursu izšķērdēšanu un pārlietu lielu koksnes resursu izmantošanu, neļaujot tiem atjaunoties. MRM laikā iegūtie dati Zviedrijā tiek izmantoti, lai ziņotu par meža resursu statistiskajiem radītājiem nacionālā līmenī, tāpat lai ziņotu par Zviedrijas mežu stāvokli dažādu starptautisku projektu un konvenciju ietvaros (Forest Europe, IPCC, Kijoto protokols, Natura 2000). Atbildīgās institūcijas par MRM darbu veikšanu un rezultātu sagatavošanu Zviedrijā ir Zviedrijas lauksaimniecības zinātņu universitāte (Swedish University of Agricultural Sciences) un Zviedrijas statistiskas birojs (Swedish Official Statistics system), kuras datu sagatavošanu un ziņošanu veic ikgadēji. Ikgadējā datu ziņošana visai Zviedrijas teritorijai notiek jau no 1953. gada. Mūsdienās Zviedrijā pēc jaunāko datu apstrādes tiek veikta nākotnē iespējamā scenārija modelēšana,

kurās laikā tiek modelēts Zviedrijas meža stāvoklis un izmaiņas nākamajiem 100 gadiem (Claude et al. 2016; Fridman 2015).

Zviedrijā MRM parauglaukumi iedalīti divās kategorijās – pastāvīgie un mainīgie, kā arī pati valsts teritorija iedalīta piecās zonās, pēc kurām tiek vadīts un noteikts, cik bieži un kā tiek apsekoti parauglaukumi, katrā individuālā zonā, kā pastāvīgo parauglaukumu blīvums (1.3. attēls). Blīvāks parauglaukumu izvietojums novērojams zonās, kur novērojams paticīgāks reljefs, jeb zemienēs, kur atrodas lielāks daudzums mežaudžu, bet mazāk blīvs, tas ir kalnainajos reģionos, kur novērojams mazāk zemieņu, un attiecīgi ir mazāk mežaudžu. Pastāvīgie parauglaukumi kā minimums tiek apsekoti reizi piecos gados, lai nodrošinātu datu konsekvensi, un linearitāti. Lai arī parauglaukumi izsēti pa visu valsts teritoriju, to novietojums atkarīgs tikai no faktora, vai parauglaukums ir pastāvīgs vai nepastāvīgs. Pastāvīgie parauglaukumi izvietoti vienotā tīklā, lai vienmērīgi nosegtu valsts teritoriju, bet nepastāvīgie tiek “izsvaidīti” un to novietojums mainās pēc nejaušības principa katrā no piecades cikliem (Ekstrom et al. 2017).



1.3. attēls. Zviedrijas meža resursu monitoringa parauglaukumu izvietojums un to izvietojums zonās (Ekstrom et al. 2017)

Zviedrijas MRM var tikt uzskatīts par ļoti labu piemēru kā jāveic datu reprezentēšana sabiedrībai, jo visi rezultāti ir brīvi pieejami viegli uztveramās un interaktīvās web un ĢIS importējamās kartēs, kas rada pieeju informatīviem datiem un to apstrādei gan cilvēkiem ar padziļinātām zināšanām datu apstrādē, gan cilvēkiem kuriem tādu nav (SLU Forest map 2019).

### 1.2.3 Meža resursu monitorings Latvijā

Projekta sākums Latvijā datējams ar 2004. gadu, kad tika uzsākta parauglaukumu uzstādīšanas pirmā kārtā, un 1. cikla meža statistiskās inventarizācijas datu ievākšana. MRM statistiskā inventarizācijas dati tiek ievākti kopumā 16 147 parauglaukumos, kas izvietoti visā Latvijas teritorijā, kuri atrodas četrus kilometrus attālumā viens no otra traktu tīklā (3.1. attēls). Parauglaukumi izvietoti neatkarīgi no nekustamā īpašuma piederības (valsts, pašvaldības, privāts). Katra parauglaukuma izmērs ir 500 m<sup>2</sup>, un tie dabā nav vizuāli identificējami, kā arī zemes īpašniekam netiek noteikti nekādi saimnieciskās darbības ierobežojumi, ja uz viņam īpašumā esošās zemes tiek ierīkots šāds parauglaukums. Parauglaukumus apseko reizi piecos gados jeb ciklā, kopumā piecas ekspertu komandas, katras komandas sastāvā ir trīs eksperti (Jansons 2009).

Par valsts meža resursu monitoringa izpildi Latvijā atbildīgs ir Latvijas valsts mežzinātnes institūts “Silava”, kurš šo darbu veic jau no projekta pirmsākumiem. Kopumā tiek veiktas četras Nacionālā meža monitoringa aktivitātes (1.3. tabula).

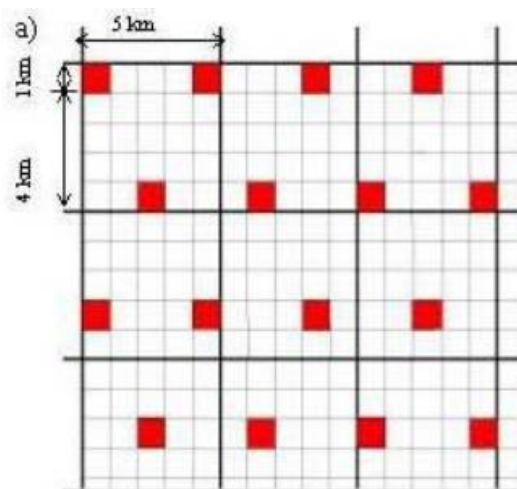
1.3. tabula

Nacionālā meža monitoringa aktivitātes (Jansons 2014)

Kārtas nr.	Aktivitāte
1.	Meža resursu statistiskā inventarizācija. Parauglaukumu apsekošana dabā, koksnes resursu pārmērīšana (visu koku krūšaugstuma caurmēra mērījumi, izlases koku augstumu mērījumi, statiskā atmiruma uzskaitē) saskaņā ar

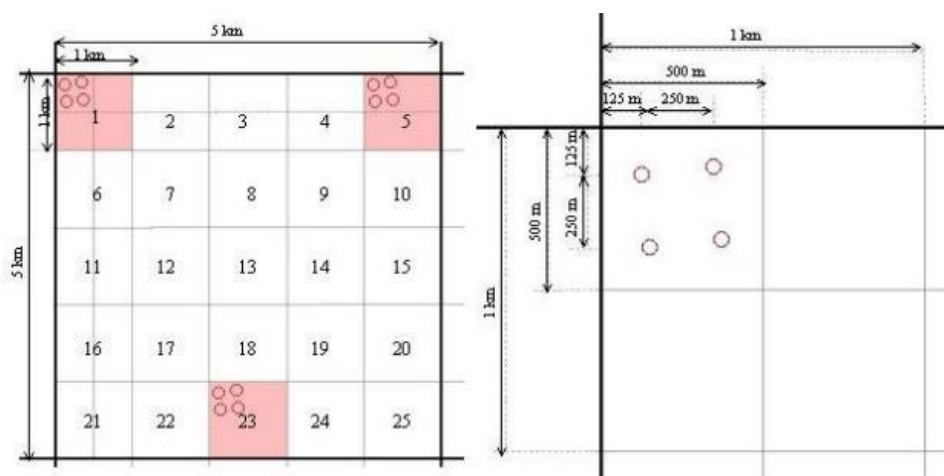
	Nacionālā meža monitoringa metodiku (metodika šeit). Zemes lietojuma veida novērtēšana.
2.	I līmeņa meža monitorings. Koku vainagu stāvokļa ikgadējā novērtēšana 115 parauglaukumos, saskaņā ar starptautiskās sadarbības programmas par gaisa piesārņojuma ietekmes uz mežiem novērtēšanu un monitoringu (ICP Forests) izstrādāto un aprobēto metodiku.
3.	II līmeņa meža monitorings. Deviņu apakšprogrammu izpilde II līmeņa meža monitoringa parauglaukumā Valgundes pagastā Meža pētīšanas stacijas Jelgavas meža novada 1. kvartālā, saskaņā ar Nacionālā meža monitoringa metodiku.
4.	Meža kaitēkļu un slimību (meža biotisko risku) monitorings.

Meža resursu monitorings tiek veikta pēc divpakāpju atlasēšanas principa. Pirmās pakāpes ietvaros tiek izveidots parauglaukumu tīkls un atlasīti parauglaukumu trakti. Tie izvietoti vienmērīgi 4×4 km attālumā viens no otra, tā, lai izveidotu vienādsānu trijstūrus, un pārklātu visu valsts teritoriju (1.4. attēls).



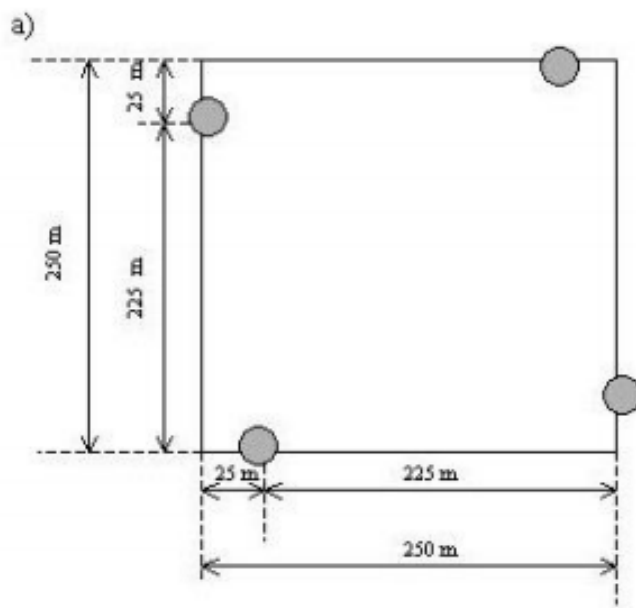
1.4. attēls. Parauglaukumu traktu izvietojuma shēma (Meža resursu monitoringa metodika 2013)

Parauglaukuma trakti tiek izvietoti uz ortofoto karšu lapu tīkla. Katrā individuālā traktā tiek izvietoti četri parauglaukumi, kurus izvieto 250×250 m liela kvadrāta virsotnēs (1.5. attēls).



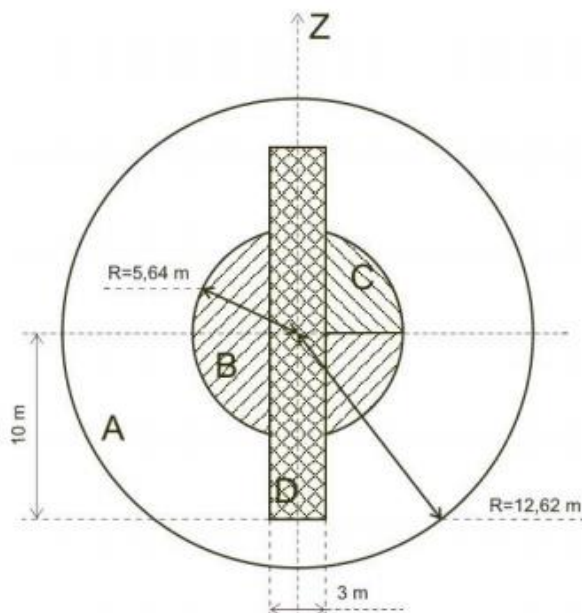
1.5. attēls. Traktu un parauglaukumu atlasē shēma uz ortofoto kartes lapām Meža resursu monitoringa metodika 2013)

Otrajā atlasē pakāpē visos pirmajā kārtā atlasītajos parauglaukumos atlasa uzskaites kokus, lai novērtētu augstumu, vecumu, pieaugumu, kvalitāti un bojājuma veidu. Šie koki tiek atlasīti proporcionāli to caurmēram. Atlasē kārtā tiek izvēlēti 20 – 30% no visiem kokiem, kuriem tiek veikta caurmēra mērīšana. Parauglaukumu sākuma punktus izvēlas pēc nejaušības principa, pēc kura tiek izveidots sistemātiska tīklveida shēma. Katrs parauglaukums tiek uzmērīts viena meža resursu monitoringa pilna cikla laikā, t.i. vienu reizi piecos gados. Veiktie atkārtotie mērījumi novērtē izmaiņas piecu gadu periodā jeb ciklā, un ikgadējie rādītāji tiek iegūti, dalot kopējās izmaiņas pārmērījuma periodā ar perioda gadu skaitu. Parauglaukumu tīklā uzskaites parauglaukumus izvieto traktos, kuriem 250 m garās malas orientē ziemeļu, austrumu, dienvidu un rietumu virzienos. Parauglaukuma centru nobīda no trakta virsotnes par 25 m pretēji pulksteņrādītāja virzienam (1.6. attēls).



1.6. attēls. Parauglaukumu izvietojuma shēma (Meža resursu monitoringa metodika 2013)

Galvenais uzskaites elements ir pastāvīgs fiksēta rādiusa uzskaites parauglaukums, kura laukums ir  $500 \text{ m}^2$  (rādiuss plaknē ir  $12,62 \text{ m}$ ), un kurā uzmēra kokus, kā arī kritālas ar caurmēru  $14,1 \text{ cm}$  un vairāk (1.7. attēls).



1.7. attēls. Parauglaukumu shēma (A –  $500 \text{ m}^2$  parauglaukums, B –  $100 \text{ m}^2$  parauglaukums, C –  $25 \text{ m}^2$  parauglaukums, D – pameža un paaugas uzskaites parauglaukums) (Meža resursu monitoringa metodika 2013)

Meža resursu monitoringa pārskats jāiesniedz ikgadēji. Iepriekšējā gada dati tiek apkopoti un apstrādāti, un atskaite izveidota līdz nākamā gada 1. aprīlim, kā tas ir noteikts Ministru kabineta noteikumos Nr.238. Pārskatā tiek norādīta informācija par valsts mežiem, pārējiem mežiem, kā arī visiem mežiem kopumā. Kopumā pārskats sniedz informāciju par 30 dažādām datu variācijām (1.4. tabula).

1.4. tabula

Meža resursu monitoringa pārskatā norādāmie rezultāti (Izveidojis autors izmantojot Ministru kabineta noteikumus Nr. 238.)

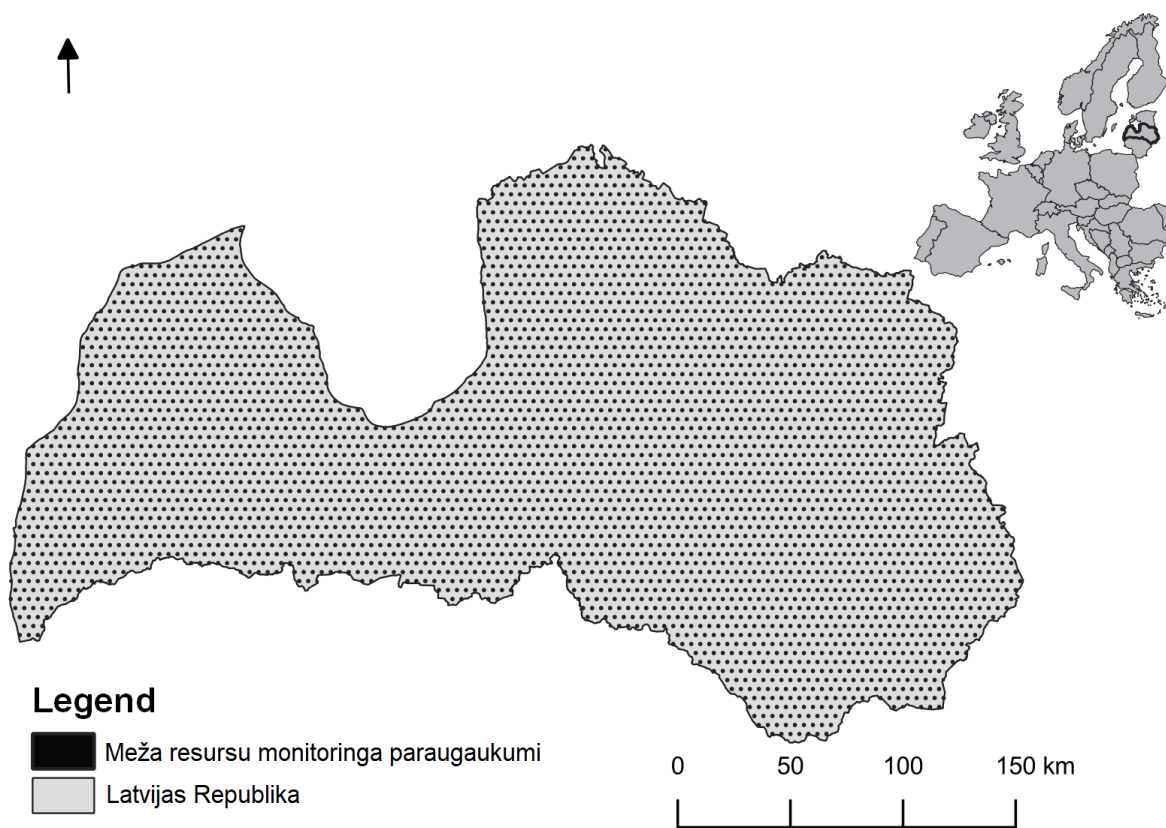
Kārtas nr.	Rezultātu sniegtā informācija
1.	Mežaudžu platība un krāja pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm
2.	Mežaudžu platība un krāja pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm (bez meža kritērijiem atbilstošām lauksaimniecības zemēm)
3.	Mežaudžu platība un krāja pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm (meža kritērijiem atbilstošās lauksaimniecības zemēs)
4.	Mežaudžu platība un krāja pa valdošajām koku sugām un bonitātēm
5.	Mežaudžu platība un krāja pa šķērslaukumiem un valdošajām koku sugām
6.	Mežaudžu platība un krāja pa augstumu grupām un valdošajām koku sugām
7.	Mežaudžu I stāva valdošās koku sugas vidējais augstums pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm
8.	Mežaudžu I stāva valdošās koku sugas vidējais augstums pa valdošajām koku sugām un bonitātēm
9.	Mežaudžu I stāva valdošās koku sugas vidējais caurmērs pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm
10.	Mežaudžu I stāva valdošās koku sugas valdaudzes vidējais caurmērs pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm
11.	Mežaudžu I stāva valdošās koku sugas vidējais caurmērs pa valdošajām koku sugām un bonitātēm
12.	Mežaudžu I stāva vidējais šķērslaukums pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm
13.	Mežaudžu I stāva vidējais šķērslaukums pa valdošajām koku sugām un bonitātēm
14.	Mežaudžu platības un krāja pa valdošajām koku sugām un atjaunošanas veidiem

15.	Mežaudžu platība un krāja pa valdošajām koku sugām un meža tipi
16.	Izcirtumu platība pa meža tipi
17.	Mežaudžu krājas kārtējais pieaugums (ar mizu) pa valdošajām koku sugām un vecuma desmitgadēm
18.	Mežaudžu krājas kārtējais pieaugums (ar mizu) pa valdošajām koku sugām un bonitātēm
19.	Mežaudžu krājas kārtējais pieaugums (ar mizu) pa valdošajām koku sugām un meža tipi
20.	Mežaudžu atmirums pa valdošajām koku sugām, atmiruma veidiem un caurmēra grupām
21.	Mežaudžu bojājumi pēc platības un bojāto koku krājas pa valdošajām koku sugām un bojājumu veidiem
22.	Mežaudžu bojājumu izvērsts pārskats pēc bojāto koku apjoma (% no kopējās krājas) pa valdošajām koku sugām
23.	Mežaudžu platības ar pamežu un pameža segums pa valdošajām koku sugām un pameža sugām
24.	Mežaudžu augošu koku biomasas pa valdošajām koku sugām un biomasas veidiem
25.	Dažādu koku sugu kopējā krāja pa valdošajām koku sugām
26.	Dažādu koku sugu krājas kārtējais pieaugums pa valdošajām koku sugām
27.	Meža zemju kategoriju platība un koksnes krāja
28.	Meža zemju kategoriju platība un koksnes krāja (kopsavilkums pa kategoriju grupām)
29.	Ar kokiem un krūmiem aizaugušo nemeža zemju kategoriju platība un koksnes krāja
30.	Meža un aizaugušo nemeža zemju kopējā platība un krāja

## 2. MATERIĀLI UN METODES

### 2.1 Pētījuma vieta un objektu raksturojums

MRM parauglaukumi ir regulāri izvietoti pa visu Latvijas teritoriju. Kopumā ir ierīkoti 16 147 pastāvīgi parauglaukumi (2.1. attēls). Katrs parauglaukums reprezentē 400 hektārus lielu platību, un tiek apsekots vienu reizi piecu gadu laikā. Parauglaukumus var iedalīt mazākās vienībās, kuras sauc par sektoriem, tie izveidojas, ja parauglaukumā sastopamas vairākas zemes izmantošanas kategorijas (Jansons, Licite 2010). Katrs parauglaukuma nodalījums (sektors) satur informāciju par zemes izmantošanas kategoriju un audzes inventarizācijas informāciju, ja norādītajā sektorā ir koki.



2.1. attēls. Pētāmā teritorija un parauglaukumu pārklājums (Krumsteds et al., 2019)

### 2.2 Ģeotelpisko datu apstrāde

Pētījuma mērķis ir izveidot aprēķinu metodi, kas ņem vērā iespējamās zemes izmantošanas kategorijas izmaiņas, izmantojot trīs MRM ciklus (15 gadi) un pastāvīgās

zemes izmantošanas maiņas kategorijas (šo zemes izmantošanas maiņu kategoriju īpašības ir pastāvīgas vai ilgstoši nemainīgas, piemēram, meža ceļi, dzelzceļa sliežu ceļi, ūdensobjekti u.c.).

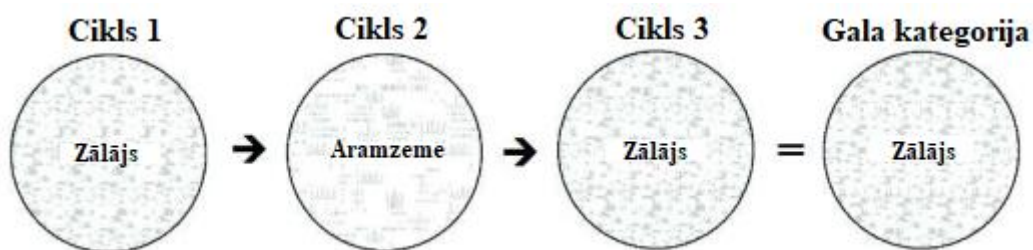
Trīs piecu gadu periodi tiek krustoti (*Intersect*) viens ar otru, sākot ar vecāko, izmantojot ĢIS rīkus. ĢIS rīki var samērā viegli uzglabāt, iegūt un analizēt ģeotelpiskos datus bez starprisinājumiem, kas ir svarīgi īstenojot pētījuma rezultātus (Clarke et al. 2019) Tiek izmantota programmatūra un failu formāts, kas atbalsta izliektās līnijas, jo parauglaukumi ir apļveida. Šajā gadījumā izmantota programma ArcMap 10.6 un personalizētās ģeodatubāzes formāts (gdb). Lai precīzi tiktu aprēķināta galīgā zemes izmantošanas kategorija, veidā, kas ņem vērā īslaicīgo izmaiņu ietekmi starp MRM cikliem, tiek pievienotas svaru vērtības visiem cikliem, kā arī kategorijām, kurām piemīt ilgstoši nemainīgās īpašības (ceļi, ūdensobjekti, apbūves objekti u.c.). Visas zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas kategorijas ar nemainīgām īpašībām tiek papildinātas ar svara vērtību 1. Trīs secīgo MRM ciklu zemes izmantošanas kategorijas tiek papildinātas ar svara vērtībām, kas atšķiras no vecuma, vecākais cikls tiek papildināts ar svaru 20, vidējais - ar svaru 30 un jaunākais - ar svaru 50. Lauki, kas atbilst nemainīgajām īpašībām, vienmēr būs vienu vērtību augstāki par tiem, kam šādas īpašības nav. Piemērs: jaunākais no tiem svērs 21, vidējais 31, bet vecākais 51. Svērtie lielumi tiek izmantoti, lai aprēķinātu zemes izmantojumu noteiktā periodā vai gadā (2.2. attēls). Šis process tiek atkārtots visiem iegūtajiem MRM cikliem un iepriekš iegūtajiem datiem, sākot ar 1990. gadu.



2.2. attēls. Piemērs zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas aprēķinu gaitai un rezultātiem (Krumsteds et al. 2019)

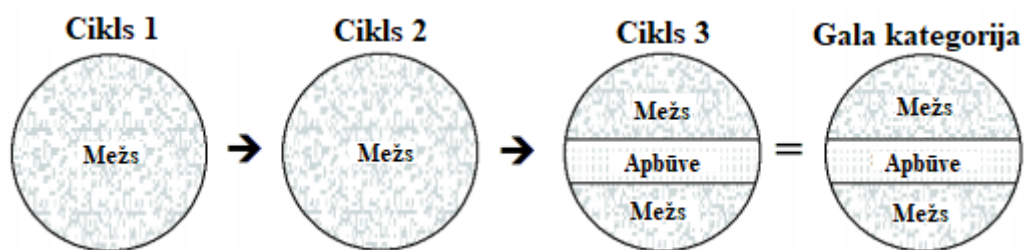
2.2. attēls norāda uz viena parauglaukuma iespējamo dzīves ciklu 3 ciklu, jeb 15 gadu periodā. Lai arī 3. ciklā zemes izmantošanas veids norādīts kā zālājs, tomēr pateicoties

aprēķinu specifikai, aramzeme tiek definēta kā galīgā zemes kategorija. Aprēķinu specifika nosaka, ka 3. cikls nav “smagāks” kā divi iepriekšējie cikli kopā, ja vien netiek novērota nemainīgā zemes izmantošanas kategorija (ceļi, apbūve, grāvji u.c.). Lai gan 3. cikla informācija ir jaunāka un vairāk atbilst iespējamajai mūsdienu situācijai, šajā gadījumā ir iespējams, ka zālāji ir tikai īslaicīgs zemes izmantojums šajā zemes parauglaukumā un nākotnē tas atkal pārtaps par aramzemi. Ja nākotnē – ceturtajā ciklā šajā pašā parauglaukumā atkārtoti tiks novērtos zālājs, tad galīgais zemes izmantošanas veids, atbilstoši aprēķinu metodikai un iepriekš ziņotajiem datiem, pārrēķinu rezultātā tiks definēts kā zālājs, un tiks pieņemts, ka zemes izmantojuma izmaiņas notikušas laikā starp 2. un 3. ciklu.



2.3. attēls. Piemērs zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas aprēķinu gaitai un rezultātiem (Krumsteds et al. 2019)

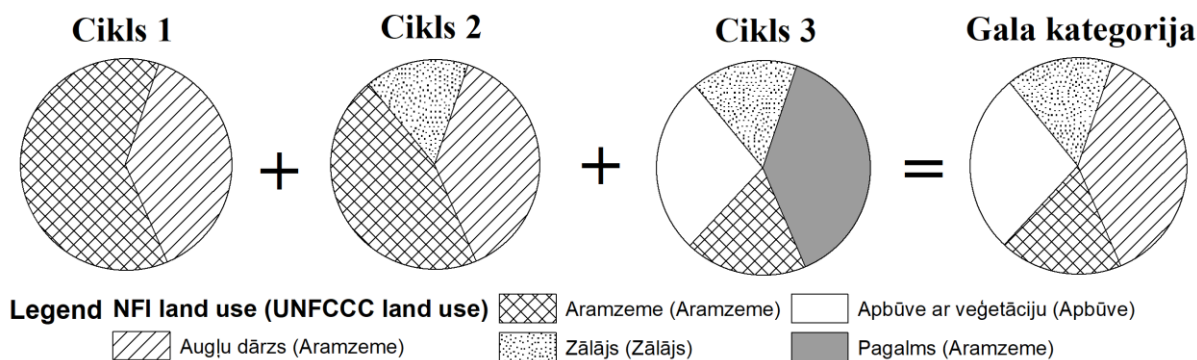
2.3. attēls norāda uz scenāriju, kurā 2. ciklā kā zemes izmantošanas veids noteikts kā aramzeme, bet, tādēļ, ka 1. un 3. ciklā zemes izmantošanas veids noteikts kā zālājs, arī galīgā zemes kategorija pēc aprēķinu veikšanas noteikta kā zālājs. Šis scenārijs atspoguļo situācijas, kad aprēķina metode ņem vērā to, ka zemes izmantošanas kategorija var periodiski mainīties uz īsu laika periodu. Īsā un periodiskās zemes izmantošanas izmaiņu ietekmē dažādi faktori. Dažos gadījumos zemes īpašnieki maina savas zemes gabala zemes lietojumu uz aramzemi uz vienu gadu, lai tas atbilstu viņu individuālām zemes apsaimniekošanas vajadzībām un vēlmēm, tādējādi ietekmējot zemes izmantošanas izmaiņu datus noteiktajā ciklā (ja zemes izmantošanas izmaiņa notikusi gadā kurā tiek ievākti dati par konkrētā parauglaukuma zemes izmantošanas veidu), kā arī ļoti ietekmējot informāciju par zemes izmantošanu noteiktajā parauglaukumā ilgtermiņā. Ļoti lielā ietekme ilgtermiņā notiek pateicoties specifiskajai datu ievākšanas metodei, kura nosaka, ka katrs individuāls parauglaukums tiek fiziski apsekots reizi piecos gados, jeb ciklā, un šī ievākta informācija reprezentē zemes izmantošanas veidu parauglaukumā visai piecgadei.



2.4. attēls. Piemērs zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas aprēķinu gaitai un rezultātiem (Krumsteds et al. 2019)

2.4. attēls atspoguļo scenāriju, kurā zemes izmantošanas veids divos vecākajos ciklos ir mežs, bet jaunākajā ciklā pāri parauglaukumam parādās apbūves zemes izmantošanas veids, kurš norāda uz iespējamu meža ceļa izbūvi cauri parauglaukumam. Tā kā meža ceļu kategorija iekļauta kā nemainīgā zemes izmantošanas kategorija, tā uzrādās arī galīgajā zemes izmantošanas kategorijā. Nemainīga zemes izmantošanas kategorija norāda uz to, ka tā nevar ilgstošā periodā mainīt savu zemes izmantošanas kategoriju, un tai ir ilgtermiņa ietekme uz attiecīgo parauglaukumu nākotnē salīdzinot ar citām zemes izmantošanas kategorijām, piemēram – ēkām, ceļiem, grāvjiem un citiem antropogēniem veidojumiem, kuriem paredzama ilgtermiņa pastāvēšana. Pie nemainīgajām zemes izmantošanas kategorijām ietilpst arī dabiski veidojumi, kā piemēram – upes, ezeri, kuri pēc ZIZIMM zemes izmantošanas kategorijām tiek definēti kā mitrāji. Nemainīgās zemes izmantošanas kategorijas nodrošina arī pret potenciālu kļūdu ieviešanos, kuras var notikt lauka apsekojumu laikā, ja lauka speciālists dažādu apsvērumu dēļ pieļauj kļūdu parauglaukuma zemes kategorizēšanas laikā, tā tiks izlabota gala kategorijas aprēķinu laikā, jo nemainīgā zemes izmantošanas kategorija uzrādīsies iepriekšējo ciklu datos.

2.5 attēlā ilustrēts, kā dažādi svērtas zemes izmantošanas kategorijas mijiedarbojas viena ar otru, lai noteiktu galīgo zemes izmantošanas kategoriju. Ja mijiedarbība ir starp kategorijām ar dažādiem svāriem (attiecībā uz zemes izmantošanas kategoriju), galīgā zemes izmantošanas kategorija būs tāda pati kā kategorija, kurai ir „smagākā” vērtība (augļu dārza piemērs).



2.5. attēls. Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas ilustrācija (Krumsteds et al. 2019)

Ja mijiedarbība starp trim cikliem ir starp zemes izmantošanas kategorijām ar vienādu svaru, tad galīgā zemes izmantošanas kategorija būs tā, kas bija sastopama vismaz divas reizes, bet, ja zemes izmantošanas kategorija katrā ciklā atšķiras, tad kā galīgā zemes izmantošanas kategorija tiks izmantota jaunākā kategorija. Iemesls tam ir iespējamās diezgan straujās izmaiņas zemes izmantošanā MRM parauglaukumos, kas var tikt ieviestas arī ar cilvēku darbības dēļ. Lai izvairītos no iepriekš minētajām iespējam ziņojot par zemes izmantošanu un zemes izmantošanas izmaiņām, pētījumā izstrādāta metode, kas ņem vērā iepriekšējos trīs MRM ciklus galīgās zemes izmantošanas kategorijas noteikšanai.

### 2.3 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matrica

Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matricu aprēķina, izmantojot galīgo zemes izmantošanas kategoriju, kas tiek aprēķināta, izmantojot trīs secīgus MRM ciklus. MRM parauglaukumu platības tiek pārrēķinātas tā, lai to kopējā platība reprezentētu kopējo Latvijas teritoriju. Pirmais solis ir proporcionālās attiecības koeficienta aprēķināšana starp visu MRM parauglaukumu platību un Latvijas teritoriju, kas tiek panākts izmantojot 1. formulu:

$$\text{Proporcionālas attiecības koeficients} = \frac{\sum \text{visu parauglaukumu platība}}{\text{Valsts platība}} \quad (1),$$

un pēc tam - katra MRM parauglaukuma reprezentatīvā platības aprēķināšana, kas tiek panākts izmantojot 2. formulu:

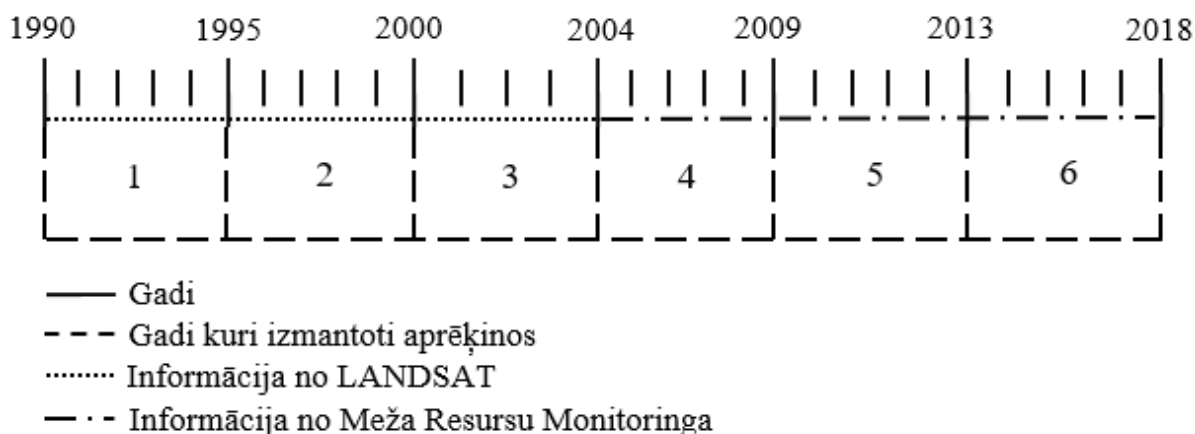
$$\text{MRM parauglaukuma platība hektāros} = \frac{\Sigma \text{ visu parauglaukumu platība}}{\text{proporcionālais attiecības koeficients}} \quad (2).$$

Pēc tam slānis, kas reprezentē galīgo zemes izmantošanas kategoriju, tiek krustots (*Intersect*) ar poligonu slāni, kurš satur informāciju par ilggadīgajām zālāju platībām, kuras iegūst no Lauku atbalsta dienesta uzturētās zemes gabalu informācijas sistēmas (LPIS). Šis solis ir nepieciešams, jo MRM lauka darbu ekspertiem apmeklējuma laikā ir sarežģīti novērtēt situāciju zālāju sakarā, jo lauku darba ekspertam ierodoties noteiktā parauglaukumā, nav iespējams precīzi noteikt, vai zālājs ir dabisks vai sēts un vai tie netiek periodiski uzarti. Lauku atbalsta dienesta sniegtie dati palīdz novērst iespējamās pieļautās kļūdas, kas veiktas lauku darbu laikā. Ja galīgajā zemes izmantošanas kategorijas slānī zemes izmantošanas veids ir zālājs un pēc krustošanas (*Intersect*) ar LPIS datubāzi tas uzrādās kā sētais zālājs, galīgā zemes izmantošanas kategorija tiek manuāli mainīta uz aramzemi.

Latvijas MRM kopumā ir 49 zemes izmantošanas kategorijas, bet LUUCF ir tikai sešas zemes izmantošanas kategorijas. Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas kategorijas, kas iegūtas no MRM datubāzes, ir speciāli izgatavotas MRM mērķiem, bet tās ir viegli pārveidojamas ZIZIMM kategorijās, jo ir pieejama jau gatava konvertācijas tabula zemes izmantošanas veida pārveidošanai (1.2. tabula). Rezultātā tiek iegūta zemes izmantošana un zemes izmantošanas maiņas matrica, kas dod platību maiņas vērtības starp diviem dažādiem MRM cikliem.

Kopumā tika izveidotas piecas zemes izmantošanas maiņas matricas, katra no tām aptver piecu gadu ciklu (1. pielikums; 2. pielikums; 3. pielikums; 4. pielikums; 5. pielikums). Tā kā MRM Latvijā uzsākts tikai 2004. gadā, periodam pirms 2004. izmantoti autora neveidoti, iepriekš sagatavoti Landsat dati (2.6. attēls). Izmantoti no mākoņiem brīvi Landstat 5 TM un 7 ETM+ (LI) satelītattēli, kuru pikseļa rezolūcija ir 30 m (Baders et al. 2018). Pirmie Landsat datu izmantošanas izmēģinājumi ZIZIMM vajadzībām Latvijā pētīti jau 2011. gadā (Lazdiņš 2011). Arī šajā laikā tika izveidota kombinētā matrica, kas aptver laika periodu no 1990. gada, tomēr tika secināts, ka automatizēta zemes izmantošanas klasifikācija var radīt ievērojamu nenoteiktību, jo īpaši ņemot vērā mazo MRM parauglaukumu lielumu salīdzinājumā ar Landsat datu telpisko izšķirtspēju, kur viena rastra šūna attēlo 30 m lielu četrstūrveida platību (Baders et al. 2018).

## LĪDZ ŠIM IZMANTOTĀ METODE



2.6. attēls. Gadi kuriem pieejama informācija par zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas datiem, kas izmantoti zemes izmantošanas maiņas matricā (Krumsteds et al. 2019)

### 2.4 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matrica – salīdzinājums starp cikliem pa gadiem

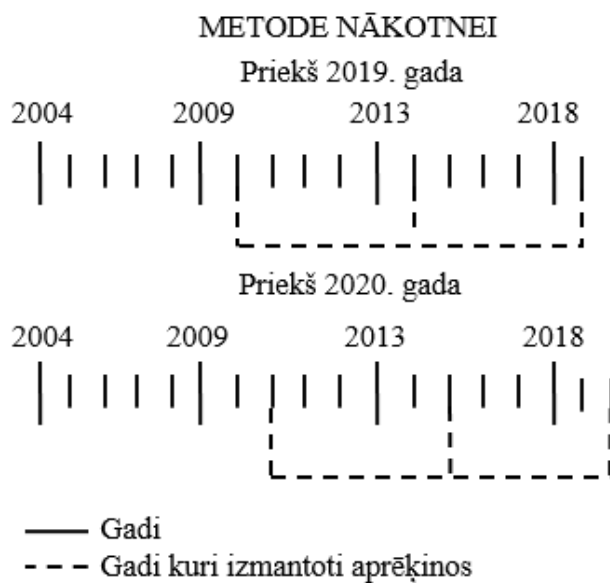
Tiek izveidoti dažādu gadu matricu salīdzinājumi, veidojot veidni visiem pārskata perioda gadiem. Viena zemes izmantošanas kategorija tiek salīdzināta ar pārējām piecām zemes izmantošanas kategorijām, lai noteiktu, cik daudz platības tā ir ieguvusi no citām zemes izmantošanas kategorijām katru gadu. Pastāvīgās vērtības iegūst no iepriekš aprēķinātām datu matricām, kas kalpo kā reālas un uzticamas “enkura” vērtības. Vērtības, kas ir starp “enkura” vērtībām, aprēķina izmantojot lineāro interpolāciju, kas apzīmēta kā 3. formula:

$$\text{Pagājušā gada platība} = \frac{\text{jaunākā cikla platība} - \text{vecākā cikla platība}}{\Sigma \text{ gadiem starp jaunāko un vecāko ciklu}} \quad (3).$$

### 2.5 Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matricas aprēķinu modifikācijas aprēķiniem nākotnē

MRM lauka speciālisti katru gadu apseko apmēram 1/5 no visiem zemes gabaliem un tādēļ ir pieejams tikai daļējs zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas datu atjauninājums. Ikgadējās zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas atjaunināšanas nepieciešamība noveda pie modificētas aprēķina metodes izstrādes, kas sniedz ticamus datus par pēdējo 10 gadu zemes izmantošanas izmaiņām, ko var tālāk

izmantot SEG emisiju aprēķinos ZIZIMM nozarē. Katru gadu datu bāzei var pievienot daļēji atjaunoto informāciju, kurā jaunākie pieejamie dati aizstāj vecākos datus (2.7. attēls).



2.7. attēls. Ikgadējā MRM datubāzes atjaunošana izmantojot daļēji atjaunoto informāciju (Krumsteds et al. 2019)

### 3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

#### 3.1 Kopējās izmaiņas zemes izmantošanā no 1990. līdz 2018. gadam

Zemes izmantošanas maiņas matricas var izveidot par katru ciklu atsevišķi vai par visiem cikliem kopā. 3.1. tabulā norādītas zemes izmantojuma un zemes izmantojuma maiņa par visiem cikliem kopā no 1990. līdz 2018. gadam un aprakstīts, kura zemes izmantošanas kategorija ir ieguvusi platību no citām zemes izmantošanas kategorijām. Kopš 1990. gada vispamanāmākās izmaiņas zemes izmantojumā Latvijā ir aramzemes transformēšanās uz zālājiem un zālāju transformēšanās uz meža zemēm (3.1. tabula). To izraisīja plaši izplatītā lauksaimniecības zemju pamešana Latvijā un citās postpadomju valstīs deviņdesmito gadu sākumā pēc Padomju Savienības sabrukuma (Prishchepov et al. 2012; Alcantara et al. 2013). Tā izraisīja aktīvu apmežošanu, un dabiskās ekoloģiskās sukcesijas rezultātā Baltijas valstīs palielinājās meža zemju platība (Lazdiņš et al. 2010). Līdzīgas izmaiņas ir vērojamas arī Ziemeļvalstu reģionā (Gundersen et al. 2014). Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas datu esamība ir devusi iespēju veikt citus pētījumus, kuri veikti Latvijā, lai novērtētu zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas tendences valstī. Šie pētījumi liecina par lauksaimniecības zemes un zālāju skaita samazināšanos, kā arī par pieaugošu tendenci attiecībā uz meža zemēm pēc Padomju Savienības sabrukuma 1991. gadā, un šīs tendences ir saistītas ar lauksaimniecības zemes pamešanu, kā rezultātā palielinājās zālāju un meža zemju platības ekoloģiskās sukcesijas rezultātā (Baders et al. 2018; Ruskule et al. 2013).

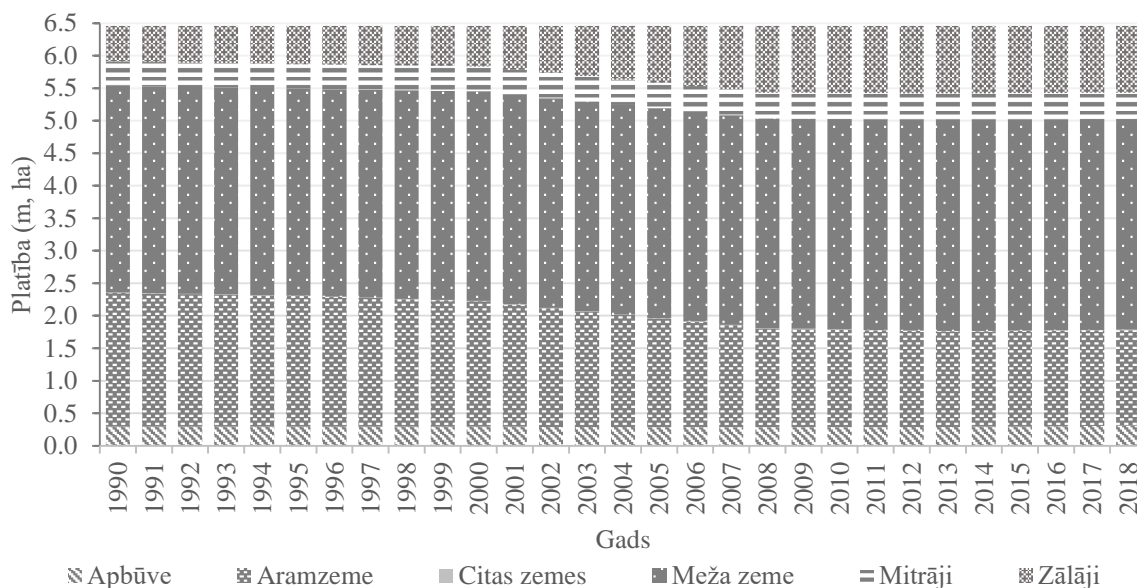
3.1. attēls attēlo visas zemes izmantošanas kategorijas un zemes izmantojuma maiņas katru gadu kopš 1990. gada. Jāņem vērā, ka mitrāju kategorija ietver arī aktīvus un pamestus kūdras ieguves laukus, kurus noteica agrāk, izmantojot pieeju “no robežas līdz robežai” (wall to wall method). 2016. gadā, kad mitrāju kopējā platība bija aptuveni 404 000 ha, aktīvās un pamestās kūdras ieguves lauki veidoja 34 200 ha lielas platības (Gundega, Ivanovs 2018). Vienīgā nemainīgā vērtība, kas nav mainījies kopš 1990. gada, ir citas zemes. Citas zemes nav mainījušās, jo vienīgā zemes izmantošanas kategorija NFI, ko var pārklasificēt uz citām zemēm, ir smilšainas kāpas, kas atrodas NFI parauglaukumos Baltijas jūras krastos. 3.1. tabulā parādītās vērtības ir tādas pašas kā 3.1 attēlā norādītās vērtības. Atšķirība starp 3.1 attēlu un 3.1. tabulu ir tā, ka 3.1. attēls attēlo zemes izmantošanas maiņu katram gadam atsevišķi, bet 3.1. tabulā ir atspoguļotas zemes izmantošanas maiņa visā aprēķina periodā no 1990. gada līdz 2018. gadam.

Zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas matrica laika posma no 1990. līdz  
2018. gadam

1990 - 2018								
Zemes izmantošana valstī cikla sākumā		Zemes izmantošana valstī cikla beigās					Summa cikla sākumā	
		Apbūve	Aramzeme	Cita zeme	Mežs	Mitrājs		Zālājs
Summa cikla sākumā	Apbūve	263 115	3 072		19 807	1 131	5 352	292 476
	Aramzeme	16 346	1 399 117		56 150	10 780	578 809	2 061 201
	Cita zeme			5 437				5 437
	Mežs	21 507	3 559		3 091 588	22 505	38 161	3 177 319
	Mitrājs	1 079	1 364		9 445	357 976	5 345	375 209
	Zālājs	5 958	62 768		65 266	11 698	401 617	547 308
Summa cikla beigās		308 004	1 469 880	5 437	3 242 255	404 090	1 029 284	6 458 950

Saskaņā ar Baders et al. (2018) veikto pētījumu, zemes izmantošanas kategoriju proporcija Latvijā 1990. gadā bija šāda – 49,2% meža zemju, 26,3% zālāju un 11,5% aramzemju. Salīdzinot ar maģistra darba rezultātiem, ir līdzības meža zemju kategorijas platībā, bet atšķirības aramzemes un zālāju izmantošanas kategorijas platībās. Maģistra darbā veiktais pētījums liecina, ka meža zeme 1990. gadā aizņēma 49,2% no Latvijas teritorijas, bet zālāji aizņēma 8,5% un aramzemes 31,9%, norādot, ka veiktā pētījuma rezultāti atšķiras no iepriekš minētā pētījuma (Baders et al. 2018) attiecīgi: -17,8% zālājiem un +20,4% aramzemēm. Tas pats pētījums liecina, ka zemes izmantošanas kategoriju proporcija 2011. gadā Latvijā bija: meža zemes - 50,3%, zālāju platības - 23,7% un aramzeme - 12,7%, kas ir līdzīgi pētījumā iegūtajiem rezultātiem, kas liecina par šādām zemes izmantošanas kategoriju proporcijām 2011. gadā: 50,2% meža zeme, 16% zālaugu platības un 23,1% kopplatības. Atšķirība no veiktā pētījuma attiecībā uz meža zemi ir -0,1%, zālājiem -7,7% aramzemēm. Šīs atšķirības norāda uz to, ka izstrādātā pētījuma rezultātus ietekmē jaunā aprēķinu sistēma, kurā tiek ņemtas vērā iespējamās zemes izmantojuma izmaiņas visu gadu garumā, piemēram, periodiskas ikgadējas izmaiņas zālaugu un aramzemes kategorijās, kur viena zemes izmantošanas kategorija var mainīties, īpašniekiem pielāgojot sava privātīpašuma zemes izmantošanu savām apsaimniekošanas vajadzībām un plāniem (2.2. attēls; 2.3. attēls). Ir izstrādātas arī atsevišķas zemes izmantojuma izmaiņu

matricas katrai zemes izmantošanas kategorijai gadu gaitā. Šī ir tikai daļa no pilnās matricas, kas sākas 1990. gadā. Lai gan vērtības starp “enkura” gadiem (tabulās iekrāsotas pelēkā krāsā), tiek aprēķinātas, izmantojot lineāro interpolāciju, tās datiem piešķir reprezentatīvo vērtību un sniedz vismaz teorētiskas aplēses par to, kā pārskata periodā ir mainījies zemes izmantojums. “Enkura” vērtības ir iegūtas no zemes izmantošanas un zemes izmantošanas izmaiņu matricām, kas tika aprēķinātas iepriekš.



3.1. attēls. Zemes izmantošana un zemes izmantošanas maiņa kops 1990. gada

Lai veiktu korekcijas pētījumā veidotajos zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas datos, ir izmantoti Valsts meža dienesta (VMD) inventarizācijas ģeotelpiskie dati. Tiek pieņemts, ka platība, kas likumīgi, dabiskā vai mākslīgā ceļā, transformēta par meža zemi, attiecīgi ir iekļauta VMD datu bāzē, ir jāuzskaita kā zeme, kas pārveidota par meža zemi. MRM parauglaukumi un parauglaukumu sektori, ko MRM lauka apsekojuma komandas uzskaita kā mežu lauksaimniecības zemēs vai arī kā aizaugušas lauksaimniecības zemes, un saskaņā ar MRM datiem tās pēc 1989. gada ir apmežojušās un pārklājas ar VMD datu bāzi, tiek iekļautas apmežoto zemju kategorijā. Pēc šo izmaiņu veikšanas apmežoto zemju kategorijai ir pievienoti papildu 70243 ha.

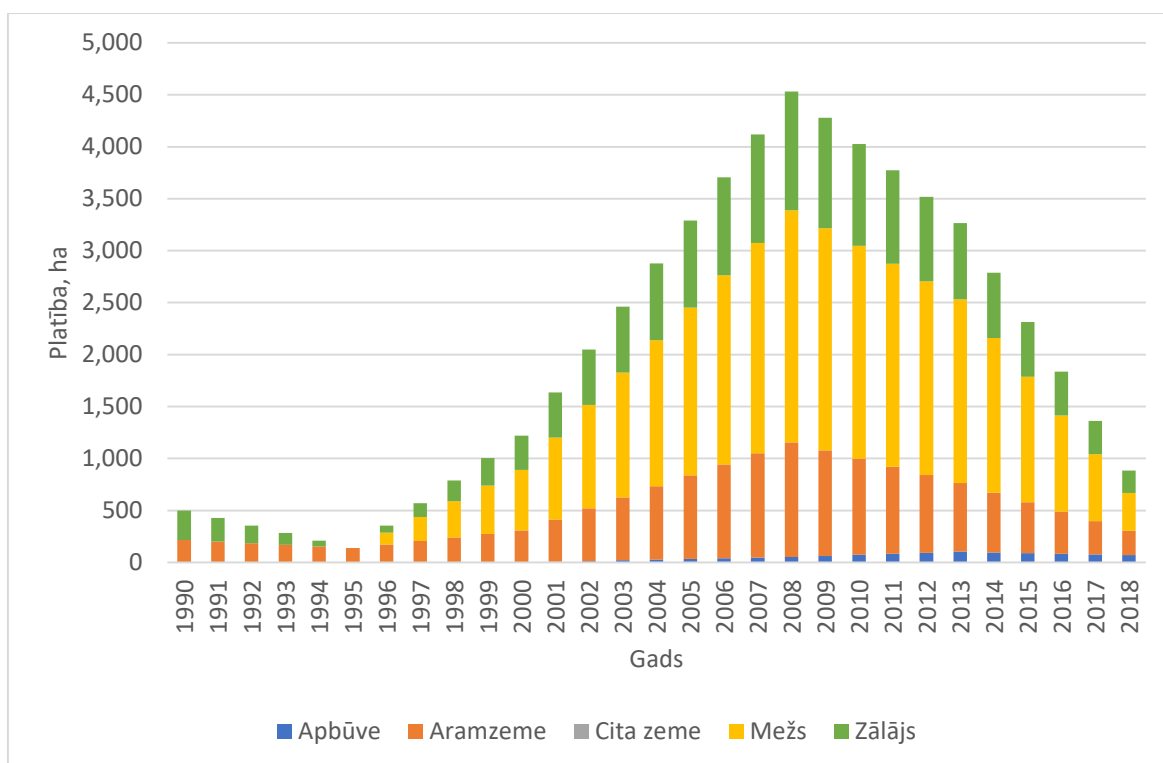
Relatīvās atšķirības procentos starp zemes izmantošanas datiem, kuri iegūti izmantojot MRM datus un iepriekš ziņotajiem ZIZIMM datiem

	1990	1995	2000	2008	2013	2018
Apbūve	+0,8	+0,8	+0,8	+0,6	+0,7	+0,9
Aramzeme	+3,5	+3,3	+2,1	-4,6	-6,3	-7,3
Cita zeme	0	0	0	0	0	0
Mežs	+0,8	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9	+0,8
Mitrājs	-1,1	-1,1	-1,1	-1	-0,9	-0,9
Zālājs	-4,1	-3,7	-2,6	+4,2	+5,6	+6,5

Aprēķinātās zemes izmantošanas un zemes izmantošanas izmaiņu datu vērtības ir salīdzinātas ar datiem, kas ziņoti iepriekšējos ziņojumos ZIZIMM ietvaros, un tās liecina par līdzībām zemes izmantošanā un zemes izmantojuma maiņā. Lielākās novērotās atšķirības ir aramzemju zālāju platībās, kur aprēķinātajiem datiem ir 2,1% –7,3% nobīde, salīdzinot ar ZIZIMM ziņotajiem datiem (3.2. tabula). Minētās atšķirības radušās, jo zemes izmantošanas aprēķinos izmantota jaunā aprēķinu metode, tajos iekļaujot arī vecākos MRM datus, kā arī papildus datu avotus, piemēram LPIS. Aprēķinu metodika izskaidrota 2. nodaļā.

### 3.2 Zemes izmantošanas maiņa pa kategorijām

Ņemot vērā Latvijā izbūvēto meliorācijas tīklu vecumu (Strods 1992), var izteikt pieņēmumu, ka pēc 1990. gada notikusi meliorācijas tīkla funkcionalitātes pasliktināšanās. Apvienojot šo pieņēmumu un faktu, ka Latvijas teritorijā saņemtais nokrišņu daudzums pārsniedz evapotranspirāciju, izskaidrojama 3.2. attēlā novērojamā mitrāju zemes platību palielināšanās uz mežu, aramzemju un zālāju rēķina, laika periodā no 1990. līdz 2008. gadam. Tieši šo zemes izmantošanas kategoriju apsaimniekošanā un uzturēšanā meliorācijai ir liela nozīme. Sākot ar 2008. gadu novērojama mitrāju platību pieauguma samazināšanās (8. pielikums).



3.2. attēls. Zemes, kas transformējušās uz mitrāju zemes izmantošanas kategoriju.

No 2001. līdz 2008. gadam novērojama zālāju transformēšanās pieaugums, uz aramzemju rēķina (3.3. attēls; 9. pielikums). Kā viens no ietekmējošajiem faktoriem noteikti jāņem vērā Latvijas iestāšanās Eiropas Savienībā, kura līdztekus Lauku atbalsta dienesta izmaksātajām dotācijām veic arī savu dotāciju izmaksu. Tieši sākot ar 2004. gadu ir novērojams sēto zālāju platības pieaugums SEG inventarizācijas un prognožu datos (3.3. tabula). Līdztekus dotāciju apjoma samazinājumam redzama arī mazāka apjoma aramzemju transformācija uz zālāju platībām.

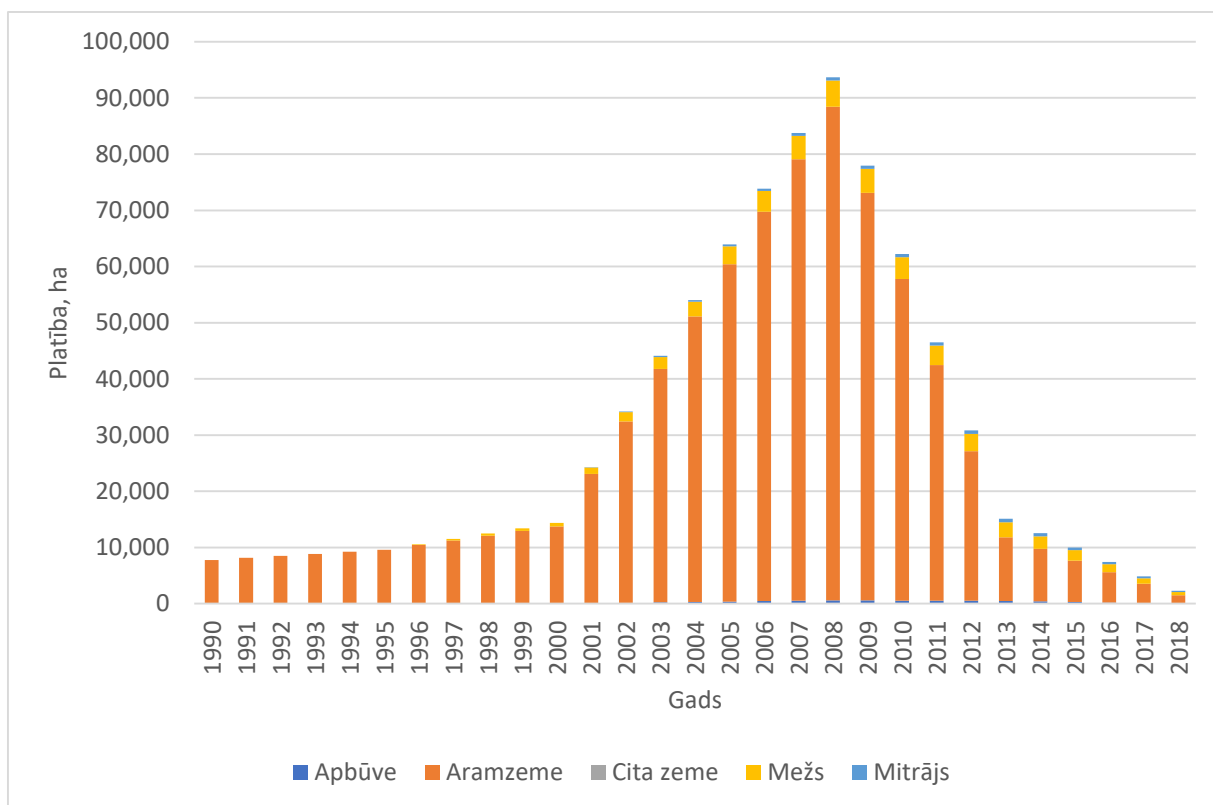
SEG inventarizācijā ziņotie dati par aramzemē sētiem zālājiem (SEG inventarizācijas un prognožu dati)

Gads	2000	2001	2002	2003	2004
Aramzemē sētie zālāji, tūkst. ha	347,2	304,4	335,1	282,9	302,3

Gads	2005	2006	2007	2008	2009
Aramzemē sētie zālāji, tūkst. ha	360,6	425,8	427,1	413,1	413,7

Gads	2010	2011	2012	2013	2014
Aramzemē sētie zālāji, tūkst. ha	387,3	370,8	351,4	356,7	312,4

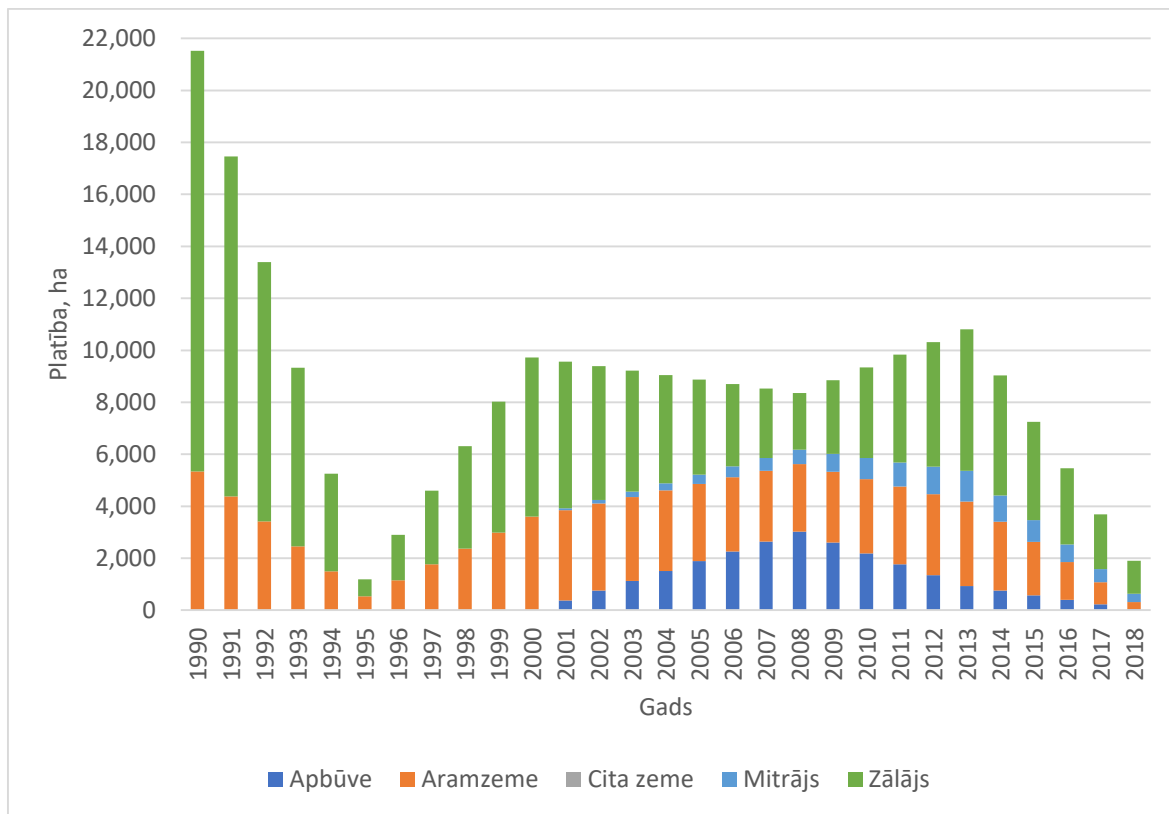
Gads	2015	2016	2017	2018	2019
Aramzemē sētie zālāji, tūkst. ha	304,3	298,7	270,3	270,3	270,3



3.3. attēls. Zemes, kas transformējušās uz zālāju zemes izmantošanas kategoriju.

Pēc 1990. gada novērojama meža zemju pieaugums (3.4. attēls), kas skaidrojams ar plaši pamestajām bijušajām lauksaimniecības zemēm pēc Padomju Savienības sabrukuma (Ruskule et al. 2013). Lai arī Padomju Savienības sabrukums norisinājās tikai 1991. gadā,

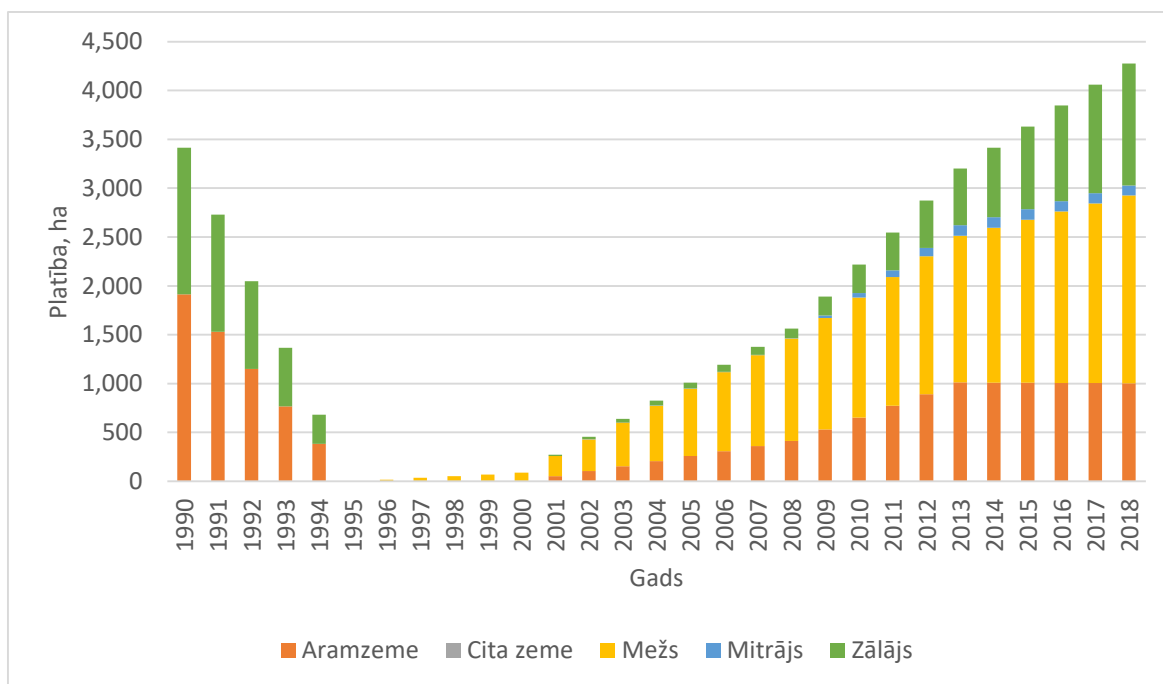
tomēr lauku teritoriju apsaimniekošanas samazināšanās bija novērojama jau ātrāk, kas sakrīt ar iegūtajiem rezultātiem, par laika posmu no 1990.-1995. gadam (7. pielikums). Vislielākās transformācijas uz meža zemi šajā laika posmā novērojamas zālāju un aramzemju platībām.



3.4. attēls. Zemes, kas transformējušās uz meža zemes izmantošanas kategoriju

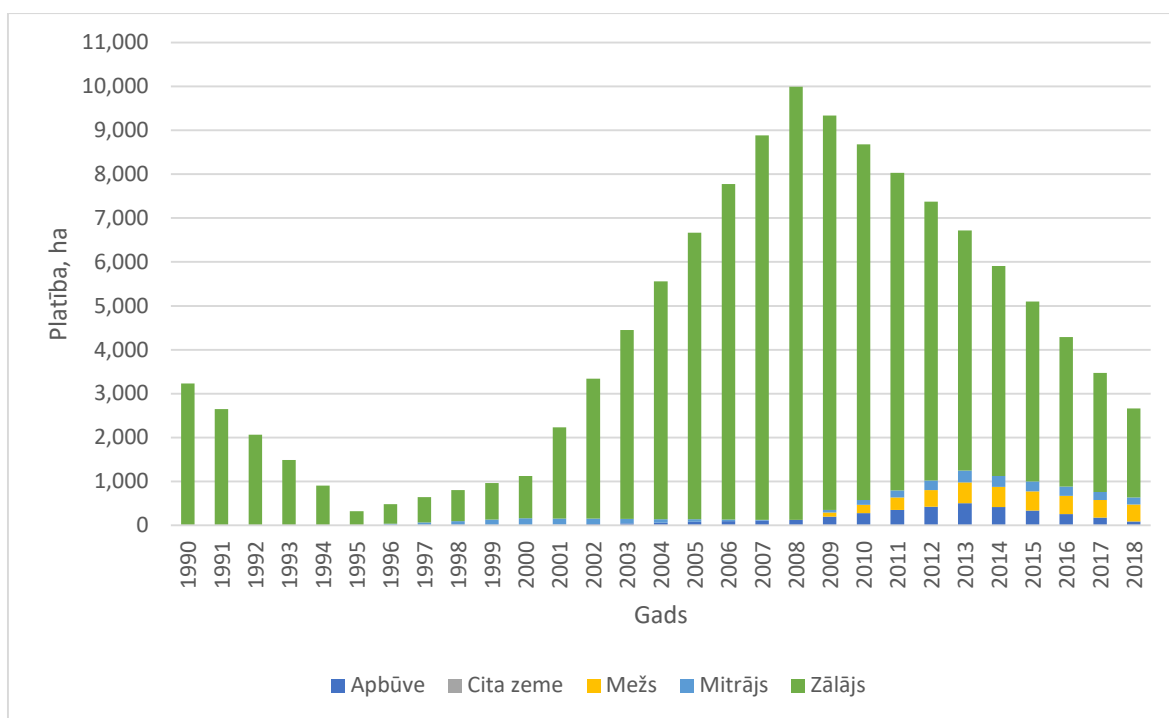
3.5. attēla grafikā novērojama situācija, kurā pēc 90. gada strauji samazinās apbūves zemes kategorijas pieaugums, kuru izraisīja ekonomiskā lejupslīde, kura norisinājās pēc Latvijas Republikas neatkarības atjaunošanas (3.5. attēls). Ekonomiskā lejupslīde ne tikai samazināja, bet gandrīz apturēja jaunu apbūves zemju veidošanos. Sākot ar 1995. gadu novērojams minimāls apbūves zemju pieaugums uz meža zemju rēķina, kurš sāk strauji pieaugt, sākot no 2001. gada, un turpinās līdz 2018. gadam. Tas skaidrojams ar akciju sabiedrības „Latvijas Valsts meži” (LVM) izveidošanu. LVM pēc izveidošanas 1998. gadā sāka finansiālu resursu ieguldīšanu valsts mežu infrastruktūras (meža ceļi, grāvji u.c.) atjaunošanā un attīstīšanā, lai nodrošinātu labāku mežu apsaimniekošanu un piekļūšanu mežaudzēm (LVM, 2018). Sākot ar 2001. gadu, novērojama arī pieaugoša apbūvju zemju platība, no zālāju un aramzemju platībām, kas liecina par jaunu ēku un infrastruktūras elementu izbūvi (ēkas, piebraucamie ceļi u.c.) valstī, kuru izraisījusi ekonomiskā atkopšanās

un attīstība. Sākot no 2014. gada, apbūves zemju pieaugums sasniedzis tikpat lielus apjomus, kā 1990. gadā (5. pielikums).



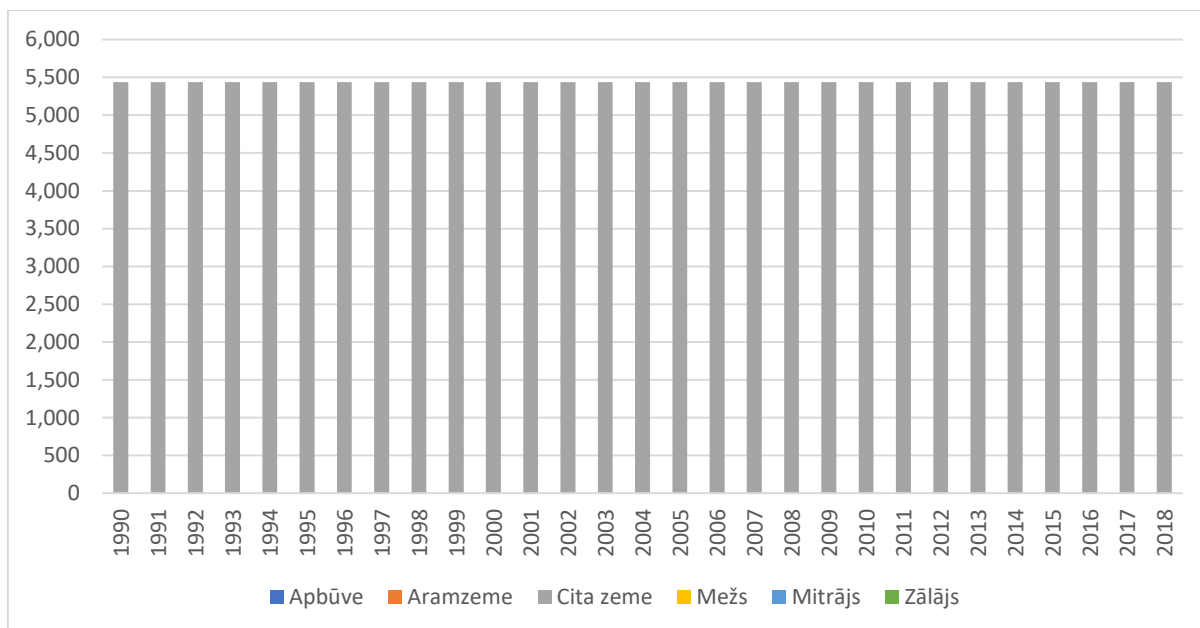
3.5. attēls. Zemes, kas transformējušās uz apbūves zemes izmantošanas kategoriju.

Aramzemes izmantošanas kategorijas gadījumā redzams, ka vislielākais platības pieaugums tiek iegūts uz zālāju platību rēķina. Ņemot vērā aramzemju un zālāju platību pamešanu deviņdesmitajos gados, novērojams arī aramzemju pieauguma samazinājums laika posmā no 1990. līdz 1995. gadam (3.6. attēls; 4. pielikums). Laika posmā no 2001. līdz 2008. gada redzams, ka norisinās aktīvākā zālāju transformācija uz aramzemēm. Sākot ar 2009. gadu novērojams minimāls pieaugums mežu un apbūvju transformācijai uz aramzemēm. Šāda veida transformācijas parādīšanās izskaidrojama ar MRM zemes izmantošanas datu pielietošanu, kura spēj daudz precīzāk noteikt zemes izmantojuma maiņu, nekā Baders et al. (2018) izmantotā metode, zemes izmantojuma datu iegūšanai pirms MRM ieviešanas 2004. gadā.



3.6. attēls. Zemes, kas transformējušās uz aramzemes zemes izmantošanas kategoriju.

Vienīgā zemes izmantošanas kategorija, kura nav mainījusi savu kopējo platību un nav ieguvusi platības no citām zemes izmantošanas kategorijām, ir ‘citas zemes’. Šīs zemes kategorijas parauglaukumi novietoti Baltijas jūras krasta pludmalēs, kuros zemes izmantošanas veida maiņa ir vērtējama, kā minimāla. Tas pierādās arī iegūtajos rezultātos, kuros citas zemes kategorija konstanti ir 5437 ha, sākot no 1990. gada (3.7. attēls; 6. pielikums). Ņemot vērā faktu, ka vairumā Latvijas pludmaļu Baltijas jūras krastā notiek aktīvi erozijas procesi, nākotnē ir iespējama parauglaukumu nonākšana zem ūdens, kuri radītu situāciju, kad oriģināli izvietotie parauglaukumi vairs nespēj reprezentēt savu zemes izmantošanas kategoriju. Šī ir viena no problēmām, ar kuru nākotnē MRM veicējiem būs jāsasakaras un jārisina, lai nodrošinātu pēc iespējas precīzāku zemes izmantošanas datu ziņošanu.



3.7. attēls. Zemes kategorijas cita zeme platība no 1990. līdz 2018. gadam.

Izstrādātā metode un iegūtie rezultāti ir neatsverams uzlabojums kopējai informācijai par zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņu Latvijā. Metode samazina nenoteiktību zemes izmantošanas maiņā starp aramzemju un zālāju platībām, kuras precīzi noteikt dabā, apsekojot parauglaukumu reizi piecos gados, ir sarežģīts process. Izmantotie VMD dati uzlabojuši zemes izmantošanas datu precizitāti meža zemju kategorijā, ļaujot noteikt aizaugušu lauksaimniecības zemju transformāciju uz meža zemēm, kuras lauku apsekojumu laikā noteiktas kā mežs lauksaimniecības zemē. Izstrādātā metode sniedz iespēju datus attēlot pa gadiem, kas sniedz reprezentatīvu ieskatu zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņā noteiktu gadu ietvaros. Ņemot vērā skaita ziņā mazo zinātnisko publikāciju un literatūras resursu pieejamību par kopējiem zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas apmēriem visā Latvijas teritorijā, darbu var uzskatīt par nozīmīgu ieguldījumu šīs tēmas attīstībā un popularizēšanā.

Zemes izmantošanas datu precizitātes uzlabošanai nākotnē būtu ieteicams izmantot arī citus papildus datu avotus, kas spētu koriģēt zemes izmantošanas datu precizitāti. Datu uzlabojumiem varētu izmantot Sentinel zemes lietojuma datus, kuri spētu strādāt kā datu validācijas un uzlabošanas rīks. Par vērtīgu uzlabojumu varētu kļūt dažādu valsts vai privāto institūciju un zinātnisko institūtu, ar zemes izmantošanas saistītu, datubāzu integrācija zemes izmantošanas un zemes izmantošanas aprēķinu metodikā.

## SECINĀJUMI

- Aprēķinātās zemes izmantošanas un zemes izmantošanas izmaiņu tendences atbilst citos agrāk izveidotos zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas avotos pieejamajiem datiem, tajā pat laikā sniedzot priekšstatu par visiem zemes izmantošanas veidiem, kas pierāda, ka izstrādātā metode ir uzticama, un to var izmantot zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas aprēķiniem SEG inventarizācijā.
- Izstrādātā metode uzlabo ZIZIMM sektora SEG uzskaites darbību datu kvalitāti, samazinot kļūdas zemes izmantošanas izmaiņu uzskaitē, piemēram, nepareizi noteiktu aramzemju pārveidošanos par zālāju un otrādi. Tas ir novērsts, pateicoties datu tendences linearizētai interpolācijai, kas nodrošināts, ņemot vērā 2 iepriekšējo ciklu zemes izmantošanas informāciju.
- Zemes izmantošana maiņa ir dinamisks process, kuru ietekmē dažādu faktoru kopums (rīcībpolitika, ekonomiskā situācija u.c.). Īpaši svarīgs faktors kopš 1990. gada bija cilvēka saimnieciskās darbība, kas visvairāk ietekmē zemes izmantošanas maiņas procesus.
- Papildus datu avotu izmantojums ietekmē un uzlabo zemes izmantošanas un zemes izmantošanas datu rezultātus un sniedz precīzāku priekšstatu par zemes izmantošanas maiņā valstī.

## PATEICĪBAS

Darba autors izsaka pateicību darba vadītājam Dr. geogr. Zigmāram Rendeniekam par veltīto laiku un sniegtajiem ieteikumiem. Liela pateicība tiek izteikta arī darba konsultantiem Dr. silv. Andim Lazdiņam un LVMI Silava zinātniskajam asistentam Mg. geogr. Jānim Ivanovam par sniegtajiem padomiem darba metodikas izstrādē un uzlabošanā.

Izsaku pateicību arī LVMI Silava par sniegtajiem datiem un resursiem, lai veiktu pētījuma īstenošanu.

## Publicētie avoti

- Alcantra, C., Kuemmerle, T., Baumann, M., Bragina, E.V., Griffiths, P., Hostert, P., Knorn, J., Muller, D., Prishchepov A.V., Schierhorn, F., Sieber, A., Radeloff, V.C. 2013. Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data. *Environmental Research Letters*. 8(3), 9 pp.
- Baders, E., Lukins, M., Zarins, J., Krisans, O., Jansosn, A., Jansons, J. 2018. Recent land cover changes in Latvia. *Annual 24th International Scientific Conference Research for Rural development 2018*. 1, 34-39.
- Bergseng, E., Eid, T., Løken, Ø., & Astrup, R. 2013. Harvest residue potential in Norway – A bio-economic model appraisal. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(5), 470–480.
- Birhane, E., Ashfare, H., Fenta, A.A., Hishe, H., Gebremedhin, M.A., Wahed, H.G., Solomon, N. 2019. Land use land cover changes along topographic gradients in Hugumburda national forest priority area, Northern Ethiopia, Remote Sensing. *Society and Environment*. 13, 61-68.
- Brown, J.F., Tollerud, H.J., Barber, C.P., Zhou, Q., Dwyer, J.L., Vogelmann, J.E., ... Rover, J. 2019. Lessons learned implementing an operational continuous United States national land change monitoring capability: The Land Change Monitoring, Assessment, and Projection (LCMAP) approach. *Remote Sensing of Environment*. In review process.
- Butlers, A. & Ivanovs, J. 2018. Improved activity data for accounting greenhouse gas emissions due to management of wetlands. *Annual 24th International Scientific Conference Research for Rural Development 2018*. 1, 27-33.
- Cao B., Pan B., Wen Z., Guan W., Li K. 2019. Changes in glacier mass in the Lenglongling Mountains from 1972 to 2016 based on remote sensing data and modeling. *Journal of Hydrology*, 124010.
- Cegielska, K., Noszczyk, T., Kukulska, A., Szylar, M., Hernik, J., Dixon-Gough, R., ... Filepné Kovács, K. 2018. Land use and land cover changes in post-socialist countries: Some observations from Hungary and Poland. *Land Use Policy*. 78, 1–18.
- Chirici, G., Gianneti, F., McRoberts, R. E., Travaglini, D., Pecchi, M., Maselli, F., Chiesi, M., Corona, P. 2020. Wall-to-wall spatial prediction of growing stock volume based on Italian National Forest Inventory plots and remotely sensed data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 84.
- Clarke, R., Sosa, A. & Murphy, F. 2019. Spatial and life cycle assessment of bioenergy-driven land-use changes in Ireland. *Science of the Total Environment* .664, 262–275.
- Claude, V., Alberdi, I., Hernandez, L., Redmond, J. (eds.). 2016. National forest inventories. Assessment of wood availability and use. Cham (Switzerland), Springer International Publishing.
- Desta, L., Kassie, M., Benin S., Pender J. 2000. *Land degradation and strategies for sustainable development in the Ethiopian highlands: Amhara Region*. Socio-economics and Policy Research Working Paper 32. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 122 pp.
- Edgar, C. B., Westfall, J. A., Klockow, P. A., Vogel, J. G., Moore, G. W. 2019. Interpreting effects of multiple, large-scale disturbances using national forest inventory data:

- A case study of standing dead trees in east Texas, USA. *Forest Ecology and Management*. 437, 27-40.
- Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land use*. IGES, Japan.
- Ekstrom, M., Essen, P. A., Westerlund, B., Grafstrom, A., Jonsson, B. G., Stahl, G. 2017. Logistic regression for clustered data from environmental monitoring programs. *Ecological Informatics*. 43, 165-173.
- Forest Service of Ireland, Department of Agriculture, Food and the Marine. 2018. *Ireland's national forest inventory 2017. Field procedures and methodology*. Dublin (Ireland), Government of Ireland.
- Gobakken T., Næsset E., Nelson R., Bollandsås O. M., Gregoire T. G. Ståhl, G., Holm S., Orka H. O., Astrup, R. 2012. Estimating biomass in Hedmark County, Norway using national forest inventory field plots and airborne laser scanning. *Remote Sensing of Environment*. 123, 443–456.
- Gomes, E., Abrantes, P., Banos, A., Rocha, J., Buxton, M. 2019. Farming under urban pressure: Farmers' land use and land cover change intentions. *Applied Geography*. 102, 58-70.
- Gundersen, P. (Ed.), Ginzburg Ozeri, S., Vesterdal, L., Bárcena, T.G., Sigurdsson, B.D., Stefansdottir, H.M., Lazdina, D. 2014. Forest soil carbon sink in the Nordic region. Frederiksberg: *Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen*. IGN Report.
- Hersperger, A.M., Oliveira, E., Pagliarin, S., Palka, G., Verburg, P., Bolliger, J., Grădinaru, S. 2018. Urban land-use change: The role of strategic spatial planning. *Global Environmental Change*. 51, 32–42.
- Holman, I.P., Brown, C., Janes, V. & Sandars, D. 2017. Can we be certain about future land use change in Europe? A multi-scenario, integrated-assessment analysis. *Agricultural Systems*. 151, 126–135.
- IPCC, 2003. *Good practice guidance for land use, land-use and forestry*. Kanagawa (Japan), Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jansons, J. & Licite, I. 2010. Chapter 21, Latvia. In Tomppo, E., Gschwantner, Th., Lawrence, M., McRoberts, R.E. (Eds.), *National Forest Inventories. Pathways for Common Reporting*. Springer, London, 341-350.
- Krumsteds, L. L., Ivanovs, J., Jansons, J., Lazdins, A. 2019. Development of Latvian land use and land use change matrix using geospatial data of National forest inventory. *Agronomy research*. 17(6), 2295-2305.
- Lazdins, A. 2011. Harmonization of land use matrix in Latvia according to requirements of international greenhouse gas reporting system - extending outputs of National Forest inventory program. *Collection of Abstracts*. Latvia University of Agriculture, Faculty of Social Sciences, Faculty of Engineering, Forest Faculty, Jelgava, 10.
- Lazdiņš, A., Lazdiņa, D., & Liepa, I. (2010). Characterization of naturally afforested farmlands in Latvia. In *Annual 16th International Scientific Conference Proceedings* (Vol. 1, pp. 176–183). Jelgava: Latvia University of Agriculture.
- Lindenmayer, D.B. & Likens, G.E. 2010. The science and application of ecological monitoring. *Biological Conservation*. 143(6), 1317-1328.
- Liu S., Li Y., Gao Q., Wan Y., Ma X., Qin X. 2011. Analysis of LULUCF Accounting Rules after 2012. *Advances in Climate Change Research*. 2(4), 178–186.

- Mekonnen, Z., Berie, H.T., Woldeamanuel, T., Asfaw, Z., Kassa, H. 2018. Land use and land cover changes and the link to land degradation in Arsi Negele district, Central Rift Valley, Ethiopia, Remote Sensing. *Society and Environment*. 12, 1-9.
- Morley P. J., Donoghue D. N. M., Chen J. C., Jump A. S. 2018. Integrating remote sensing and demography for more efficient and effective assessment of changing mountain forest distribution. *Ecological Informatics*, 43, 106–115.
- Mozgeris, G., Brukas, V., Stanislovaitis, A., Kavaliauskas, M., Palicinas, M. 2017. Owner mapping for forest scenario modelling — A Lithuanian case study. *Forest Policy and Economics*. 85(2), 235-244.
- Nelson R., Gobakken T., Næsset E., Gregoire T. G., Ståhl G., Holm S., & Flewelling, J. 2012. Lidar sampling — Using an airborne profiler to estimate forest biomass in Hedmark County, Norway. *Remote Sensing of Environment*. 123, 563–578.
- Peebles C. *The Corona Project: America's First Spy Satellites*. Annapolis (USA). Naval Institute Press, 1997.
- Prishchepov, A.V., Radeloff, V.C., Baumann, M., Kuemmerle, T., Muller, D. 2012. Effects of institutional changes on land use: Agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environmental Research Letters*. 7(2), 13 pp.
- Puliti, S., Hauglin, M., Breidenbach, J., Montesano, P., Neigh, C. S. R., Rahlf, J., Solber, S., Klingenberg, T. F., Astrup, R. 2020. Modelling above-ground biomass stock over Norway using national forest inventory data with ArcticDEM and Sentinel-2 data. *Remote Sensing of Environment*, 236, 111501.
- Pulkkinen, M., Ginzler, C., Traub, B., Lanz, A. 2018. Stereo-imagery-based post-stratification by regression-tree modeling in Swiss National Forest Inventory. *Remote Sensing of Environment*. 213, 182-194.
- Reinhold S., Belinskiy A., Korobov D. 2016. Caucasia top-down: Remote sensing data for survey in a high altitude mountain landscape. *Quaternary International*. 402, 46–60.
- Rounsvell, M. D. A., Reay, D.S. 2009. Land use and climate change in the UK. *Land Use Policy*. 26 (1), 160-169.
- Ruskule A., Nikodemus O., Kasparinskis R., Bell S., Urtane I. 2013. The perception of abandoned farmland by local people and experts: Landscape value and perspectives on future land use. *Landscape and Urban Planning*. 115, 49–61.
- Shrestha D. P., Saepuloh A., Van Der Meer F. 2019. Land cover classification in the tropics, solving the problem of cloud covered areas using topographic parameters. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 77, 84–93.
- Sleeter, B.M., Sohl, T.L., Bouchard, M.A., Reker, R.R., Soular, C.E., Acevedo, W., ... Zhu, Z. 2012. Scenarios of land use and land cover change in the conterminous United States: Utilizing the special report on emission scenarios at ecoregional scales. *Global Environmental Change*. 22(4), 896–914.
- Soulard, C.E. & Wilson, T. 2013. Recent land-use/land-cover change in the Central California Valley. *Journal of Land Use Science*. 10(1), 59–80.
- Strods H. (1992). Latvijas lauksaimniecības vēsture. No vissenākajiem laikiem līdz XX gs. 90. gadiem.- Rīga: Zvaigzne.
- Traub, B., Meile, R., Speich, S., Rösler, E. 2017. The data storage and analysis system of the Swiss National Forest Inventory. *Computers and Electronics in Agriculture*. 132, 97-107.
- Van den Brink L., Janssen P., Quak W., Stoter, J. 2017. Towards a high level of semantic harmonisation in the geospatial domain. *Computers, Environment and Urban Systems*. 62, 233–242.

- Wulder, M.A., Coops, N.C., Roy, D.P., White, J.C. & Hermosilla, T. 2018. Land cover 2.0. *International Journal of Remote Sensing*. 39(12), 4254–4284.
- Yang, J., Zeng, C., & Cheng, Y. 2020. Spatial influence of ecological networks on land use intensity. *Science of The Total Environment*, 137151.

### Interneta resursi

- ANO, 1998. *Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change*. Sk. 25.05.2020. Pieejams: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> Atsauce tekstā (ANO, 1998)
- Data forestry. 2019. *Forestry comission open data*. Sk. 19.05.2020. Pieejams: <http://data-forestry.opendata.arcgis.com/> Atsauce tekstā (Data forestry, 2019)
- Earth observing system. 2019. *PLÉIADES 1*. sk. 20.05.2020. Pieejams: <https://eos.com/pleiades-1/> Atsauce tekstā (Earth observing system 2019)
- Eurostat, 2020. *Land cover for FAO Forest categories by NUTS 2 regions*. Sk. 21.05.2020. Pieejams: [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lan\\_lcv\\_fao&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lan_lcv_fao&lang=en) Atsauce tekstā (Eurostat, 2020)
- Forest research. 2019. *About the NFI in GB*. Sk. 25.05.2020. Pieejams: <https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/national-forest-inventory/about-the-nfi/> Atsauce tekstā (Forest research, 2019)
- Forestry focus, 2018. *Forests in Ireland*. Sk. 29.05.2020. Pieejams: <https://www.forestryfocus.ie/forests-woodland/forests-of-ireland/> Atsauce tekstā (Forestry focus, 2018)
- Fridman, J., 2015. *The Swedish NFI*. Sk. 21.05.2020. Pieejams: <http://www.metla.fi/tapahtumat/2015/FIM/Sweden%20State%20of%20the%20art%20presentation.pdf> Atsauce tekstā (Fridman, 2015)
- Jansons J., 2009. *Mežu resursu monitorings*. Sk. 22.05.2020. Pieejams: <http://www.silava.lv/23/section.aspx/View/8> Atsauce tekstā (Jansons, 2009).
- Jansons, 2014. *Aktīvie pētījumi. Nacionālais meža monitorings*. Sk. 30.05.2020. Pieejams: <http://www.silava.lv/23/section.aspx/View/169> Atsauce tekstā Jansons 2014
- Lazdiņš A., 2008. *Meža monitoringa valsts programmas 2008. gadam uzdevumu izpilde*. Sk. 23.05.2020. Pieejams: <http://www.silava.lv/24/section.aspx/View/18> Atsauce tekstā (Lazdiņš, 2008)
- Lazdiņš A., 2010. *Pārskats par Meža attīstības fona pasūtīto pētījumi*. Sk. 21.05.2020. Pieejams: [http://petijumi.mk.gov.lv/sites/default/files/file/ZM\\_Valsts\\_starpt\\_saist\\_izildei\\_Eirp\\_meza\\_monitor\\_sist\\_att\\_proj\\_FulMon.pdf](http://petijumi.mk.gov.lv/sites/default/files/file/ZM_Valsts_starpt_saist_izildei_Eirp_meza_monitor_sist_att_proj_FulMon.pdf) Atsauce tekstā (Lazdiņš, 2010)
- LVM, 2019. *Vēsture*. Sk. 25.05.2020. Pieejams: <https://www.lvm.lv/par-mums/vesture> Atsauce tekstā (LVM, 2019)
- Latvijas Valsts mežzinātnes institūta ‘‘Silava’’, 2013. Sk. 25.05.2020. Pieejams: [http://www.silava.lv/userfiles/file/Nacionalais%20meza%20monitorings/Me%C5%BEa%20resursu%20monitoringa%20metodika%2026\\_04\\_2013.pdf](http://www.silava.lv/userfiles/file/Nacionalais%20meza%20monitorings/Me%C5%BEa%20resursu%20monitoringa%20metodika%2026_04_2013.pdf) Atsauce tekstā (Meža resursu monitoringa metodika 2013)
- Marcinkonis, S., 2015. *Lithuanias national inventory report 2015, greenhouse gas emissions 1990-2013*. Sk. 24.05.2020. Pieejams: [https://www.researchgate.net/publication/326626326\\_LITHUANIA%27S\\_NATIONAL\\_INVENTORY\\_REPORT\\_2015\\_GREENHOUSE\\_GAS\\_EMISSIONS\\_1990-2013](https://www.researchgate.net/publication/326626326_LITHUANIA%27S_NATIONAL_INVENTORY_REPORT_2015_GREENHOUSE_GAS_EMISSIONS_1990-2013) Atsauce tekstā (Marcinkonis, 2015)

- Ministru kabineta noteikumi Nr.238. *Nacionālā meža monitoringa noteikumi*. Sk. 22.05.2020. Pieejams: <https://m.likumi.lv/ta/id/246285-nacionala-meza-monitoringa-noteikumi> Atsauce tekstā (Ministru kabineta noteikumi Nr.238.).
- NIBIO, 2018. *National forest inventory*. Sk. 27.05.2020. Pieejams: <https://www.nibio.no/en/about-eng/our-divisions/division-for-forestry-and-forest-resources/national-forest-inventory> Atsauce tekstā (NIBIO, 2018)
- NMBU-MINA, 2018. Forest Inventory and monitoring Research Group at NMBU-MINA. *Current projects*. Sk, 27.05.2020. Pieejams: [https://www.forestinventory.no/?page\\_id=1506](https://www.forestinventory.no/?page_id=1506) Atsauce tekstā (NMBU-MINA, 2018)
- SLU Forest map, 2019. Swedish University of Agricultural Sciences: *Full coverage data for forest land in Sweden*. Sk. 25.05.2020. Pieejams: <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/the-swedish-national-forest-inventory/forest-statistics/slu-forest-map/> Atsauce tekstā (SLU Forest map, 2019)

## PIELIKUMI

1. pielikums. **Zemes izmantošanas maiņa laika posmā no 1985. gada līdz 2018. gadam un zemes izmantošanas maiņa starp MRM cikliem.**
2. pielikums. **Zemes izmantošana Latvijā pa gadiem.**
3. pielikums. **Zemes izmantošana Latvijā pa gadiem, procentos no valsts teritorijas.**
4. pielikums. **Aramzemes platības pieaugums Latvijā pa gadiem**
5. pielikums. **Apbūves platības pieaugums Latvijā pa gadiem**
6. pielikums. **Citas zemes platības Latvijā pa gadiem**
7. pielikums. **Meža platības pieaugums Latvijā pa gadiem**
8. pielikums. **Mitrāja platības pieaugums Latvijā pa gadiem**
9. pielikums. **Zālāja platības pieaugums Latvijā pa gadiem**

1. pielikums. Zemes izmantošanas maiņa starp MRM cikliem.

1985 - 1990								
Zemes izmantošana valstī cikla sākumā		Zemes izmantošana valstī cikla beigās					Summa cikla sākumā	
		Apbūve	Aramzeme	Cita zeme	Mežs	Mitrājs		Zālājs
Summa cikla sākumā	Apbūve	275 412					275 412	
	Aramzeme	9 571	2 045 058		26 679	1 070	2 121 284	
	Cita zeme			5 437			5 437	
	Mežs				3 069 674		3 069 674	
	Mitrājs					372 710	372 710	
	Zālājs	7 493	16 144		80 967	1 429	508 402	614 434
Summa cikla beigās		292 476	2 061 201	5 437	3 177 319	375 209	547 308	6 458 950

1990 - 1995								
Zemes izmantošana valstī cikla sākumā		Zemes izmantošana valstī cikla beigās					Summa cikla sākumā	
		Apbūve	Aramzeme	Cita zeme	Mežs	Mitrājs		Zālājs
Summa cikla sākumā	Apbūve	292 476					292 476	
	Aramzeme		2 009 853		2 686	683	47 980	2 061 201
	Cita zeme			5 437				5 437
	Mežs				3 177 319			3 177 319
	Mitrājs					375 209		375 209
	Zālājs		1 599		3 260		542 449	547 308
Summa cikla beigās		292 476	2 011 452	5 437	3 183 265	375 892	590 428	6 458 950

1995 - 2000								
Zemes izmantošana valstī cikla sākumā		Zemes izmantošana valstī cikla beigās					Summa cikla sākumā	
		Apbūve	Aramzeme	Cita zeme	Mežs	Mitrājs	Zālājs	
Summa cikla sākumā	Apbūve	292 476						292 476
	Aramzeme		1 923 099		17 979	1 539	68 835	2 011 452
	Cita zeme			5 437				5 437
	Mežs	432			3 176 625	2 911	3 064	3 183 032
	Mitrājs		800			375 092		375 892
	Zālājs		4 797		30 666	1 654	553 544	590 662
Summa cikla beigās		292 908	1 928 696	5 437	3 225 269	381 196	625 444	6 458 950

2000 - 2008								
Zemes izmantošana valstī cikla sākumā		Zemes izmantošana valstī cikla beigās					Summa cikla sākumā	
		Apbūve	Aramzeme	Cita zeme	Mežs	Mitrājs	Zālājs	
Summa cikla sākumā	Apbūve	273 970	602		15 084	260	2 993	292 908
	Aramzeme	2 060	1 469 043		13 004	5 513	439 077	1 928 696
	Cita zeme			5 437				5 437
	Mežs	5 245			3 185 249	11 167	23 460	3 225 122
	Mitrājs	24			2 811	375 625	2 883	381 343
	Zālājs	479	49 352		10 879	5 723	559 012	625 444
Summa cikla beigās		281 777	1 518 997	5 437	3 227 027	398 288	1 027 424	6 458 950

2009 - 2013								
Zemes izmantošana valstī cikla sākumā		Zemes izmantošana valstī cikla beigās					Summa cikla sākumā	
		Apbūve	Aramzeme	Cita zeme	Mežs	Mitrājs	Zālājs	
Summa cikla sākumā	Apbūve	271 658	2 502		4 657	513	2 448	281 777
	Aramzeme	5 055	1 437 871		16 255	3 303	56 514	1 518 997
	Cita zeme			5 437				5 437
	Mežs	7 507	2 377		3 194 814	8 845	13 484	3 227 027
	Mitrājs	541	1 364		5 884	387 472	3 026	398 288
	Zālājs	2 895	27 355		27 261	3 666	966 246	1 027 424
Summa cikla beigās		287 656	1 471 469	5 437	3 248 871	403 799	1 041 717	6 458 950

2013 - 2018								
Zemes izmantošana valstī cikla sākumā		Zemes izmantošana valstī cikla beigās					Summa cikla sākumā	
		Apbūve	Aramzeme	Cita zeme	Mežs	Mitrājs	Zālājs	
Summa cikla sākumā	Apbūve	286 622	443		233	358		287 656
	Aramzeme	5 015	1 456 563		1 304	1 165	7 422	1 471 469
	Cita zeme			5 437				5 437
	Mežs	9 616	1 912		3 232 733	1 813	2 798	3 248 871
	Mitrājs	514	800		1 658	399 669	1 159	403 799
	Zālājs	6 237	10 163		6 328	1 085	1 017 905	1 041 717
Summa cikla beigās		308 004	1 469 880	5 437	3 242 255	404 090	1 029 284	6 458 950

2. pielikums. Zemes izmantošana Latvijā pa gadiem.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Apbūve	292 476	292 476	292 476	292 476	292 476	292 476	292 562	292 649	292 735	292 822
Aramzeme	2 061 201	2 051 252	2 041 302	2 031 352	2 021 402	2 011 452	1 994 901	1 978 349	1 961 798	1 945 247
Cita zeme	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437
Mežs	3 177 319	3 178 508	3 179 698	3 180 887	3 182 076	3 183 265	3 191 666	3 200 067	3 208 468	3 216 869
Mitrājs	375 209	375 345	375 482	375 619	375 755	375 892	376 953	378 013	379 074	380 135
Zālājs	547 308	555 932	564 556	573 180	581 804	590 428	597 431	604 435	611 438	618 441
Kopā (ha)	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Apbūve	292 908	291 517	290 125	288 734	287 343	285 951	284 560	283 168	281 777	282 953
Aramzeme	1 928 696	1 877 484	1 826 271	1 775 059	1 723 846	1 672 634	1 621 422	1 570 209	1 518 997	1 509 491
Cita zeme	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437
Mežs	3 225 269	3 225 489	3 225 709	3 225 929	3 226 148	3 226 368	3 226 588	3 226 807	3 227 027	3 231 396
Mitrājs	381 196	383 332	385 469	387 605	389 742	391 878	394 015	396 151	398 288	399 390
Zālājs	625 444	675 691	725 939	776 187	826 434	876 682	926 929	977 177	1 027 424	1 030 283
Kopā (ha)	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Apbūve	284 129	285 305	286 480	287 656	291 726	295 795	299 865	303 934	308 004	
Aramzeme	1 499 986	1 490 480	1 480 974	1 471 469	1 471 151	1 470 833	1 470 515	1 470 198	1 469 880	
Cita zeme	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	
Mežs	3 235 765	3 240 134	3 244 502	3 248 871	3 247 548	3 246 225	3 244 902	3 243 578	3 242 255	
Mitrājs	400 492	401 595	402 697	403 799	403 858	403 916	403 974	404 032	404 090	
Zālājs	1 033 141	1 036 000	1 038 859	1 041 717	1 039 231	1 036 744	1 034 257	1 031 770	1 029 284	
Kopā (ha)	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	6 458 950	

3. pielikums. Zemes izmantošana Latvijā pa gadiem, procentos no valsts teritorijas.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Apbūve	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
Aramzeme	31,9%	31,8%	31,6%	31,5%	31,3%	31,1%	30,9%	30,6%	30,4%	30,1%
Cita zeme	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Mežs	49,2%	49,2%	49,2%	49,2%	49,3%	49,3%	49,4%	49,5%	49,7%	49,8%
Mitrājs	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,9%	5,9%	5,9%
Zālājs	8,5%	8,6%	8,7%	8,9%	9,0%	9,1%	9,2%	9,4%	9,5%	9,6%
Kopā (ha)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Apbūve	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%
Aramzeme	29,9%	29,1%	28,3%	27,5%	26,7%	25,9%	25,1%	24,3%	23,5%	23,4%
Cita zeme	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Mežs	49,9%	49,9%	49,9%	49,9%	49,9%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%
Mitrājs	5,9%	5,9%	6,0%	6,0%	6,0%	6,1%	6,1%	6,1%	6,2%	6,2%
Zālājs	9,7%	10,5%	11,2%	12,0%	12,8%	13,6%	14,4%	15,1%	15,9%	16,0%
Kopā (ha)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Apbūve	4,4%	4,4%	4,4%	4,5%	4,5%	4,6%	4,6%	4,7%	4,8%	
Aramzeme	23,2%	23,1%	22,9%	22,8%	22,8%	22,8%	22,8%	22,8%	22,8%	
Cita zeme	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	
Mežs	50,1%	50,2%	50,2%	50,3%	50,3%	50,3%	50,2%	50,2%	50,2%	
Mitrājs	6,2%	6,2%	6,2%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	
Zālājs	16,0%	16,0%	16,1%	16,1%	16,1%	16,1%	16,0%	16,0%	15,9%	
Kopā (ha)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

4. pielikums. Aramzemes platības pieaugums Latvijā pa gadiem

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
		Aramzeme	Apbūve	0	0	0	0	0	0
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mitrājs	0	0	0	0	0	0	32	64
	Zālājs	3 229	2 647	2 065	1 483	902	320	448	576
	Kopā (ha)	3 229	2 647	2 065	1 483	902	320	480	640
Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
		Aramzeme	Apbūve	0	0	0	15	30	45
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mitrājs	96	128	160	140	120	100	80	60
	Zālājs	704	832	959	2 073	3 187	4 301	5 415	6 529
	Kopā (ha)	800	959	1 119	2 228	3 337	4 446	5 555	6 664
Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
		Aramzeme	Apbūve	90	105	120	196	272	348
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	0	0	0	95	190	285	380	475
	Mitrājs	40	20	0	55	109	164	218	273
	Zālājs	7 643	8 757	9 870	8 991	8 111	7 231	6 351	5 471
	Kopā (ha)	7 773	8 882	9 991	9 337	8 682	8 028	7 374	6 720

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2014	2015	2016	2017	2018
		Aramzeme	418	336	253	171
	Cita zeme	0	0	0	0	0
	Mežs	457	438	420	401	382
	Mitrājs	250	228	205	182	160
	Zālājs	4 783	4 096	3 408	2 720	2 033
	Kopā (ha)	5 908	5 097	4 286	3 475	2 663

5. pielikums. Apbūves platības pieaugums Latvijā pa gadiem

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
		Aramzeme	1 914	1 531	1 149	766	383	0	0
Apbūve	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	
	Mežs	0	0	0	0	0	0	17	35
	Mitrājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zālājs	1 499	1 199	899	599	300	0	0	0
	Kopā (ha)	3 413	2 730	2 048	1 365	683	0	17	35

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
		Apbūve	Aramzeme	0	0	0	51	103	154
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	52	69	86	207	327	447	568	688
	Mitrājs	0	0	0	1	1	2	2	3
	Zālājs	0	0	0	12	24	36	48	60
	Kopā (ha)	52	69	86	271	455	640	824	1 008

<b>Zemes izmantošanas kategorija beigās</b>	<b>Zemes izmantošanas kategorija sākumā</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Apbūve	Aramzeme	309	360	412	532	652	771	891	1 011
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	808	929	1 049	1 140	1 230	1 320	1 411	1 501
	Mitrājs	4	4	5	25	46	67	88	108
	Zālājs	72	84	96	192	289	386	482	579
	<b>Kopā (ha)</b>	<b>1 193</b>	<b>1 377</b>	<b>1 561</b>	<b>1 889</b>	<b>2 217</b>	<b>2 544</b>	<b>2 872</b>	<b>3 200</b>
<b>Zemes izmantošanas kategorija beigās</b>	<b>Zemes izmantošanas kategorija sākumā</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>			
Apbūve	Aramzeme	1 009	1 008	1 006	1 005	1 003			
	Cita zeme	0	0	0	0	0			
	Mežs	1 586	1 670	1 754	1 839	1 923			
	Mitrājs	107	106	105	104	103			
	Zālājs	713	846	980	1 114	1 247			
	<b>Kopā (ha)</b>	<b>3 415</b>	<b>3 630</b>	<b>3 846</b>	<b>4 061</b>	<b>4 276</b>			

*6. pielikums. Citas zemes platības Latvijā pa gadiem*

<b>Zemes izmantošanas kategorija beigās</b>	<b>Zemes izmantošanas kategorija sākumā</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
Citas zemes	Apbūve	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aramzeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cita zeme	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437
	Mežs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mitrājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zālājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Kopā (ha)</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>

<b>Zemes izmantošanas kategorija beigās</b>	<b>Zemes izmantošanas kategorija sākumā</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Citas zemes	Apbūve	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aramzeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cita zeme	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437
	Mežs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mitrājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zālājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Kopā (ha)</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>

<b>Zemes izmantošanas kategorija beigās</b>	<b>Zemes izmantošanas kategorija sākumā</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Citas zemes	Apbūve	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aramzeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cita zeme	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437
	Mežs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mitrājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zālājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Kopā (ha)</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>

<b>Zemes izmantošanas kategorija beigās</b>	<b>Zemes izmantošanas kategorija sākumā</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Citas zemes	Apbūve	0	0	0	0	0
	Aramzeme	0	0	0	0	0
	Cita zeme	5 437	5 437	5 437	5 437	5 437
	Mežs	0	0	0	0	0
	Mitrājs	0	0	0	0	0
	Zālājs	0	0	0	0	0
	<b>Kopā (ha)</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>	<b>5 437</b>

7. pielikums. Meža platības pieaugums Latvijā pa gadiem

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
		Mežs	Apbūve	0	0	0	0	0	0
Aramzeme	5 336		4 376	3 416	2 457	1 497	537	1 149	1 761
Cita zeme	0		0	0	0	0	0	0	0
Mitrājs	0		0	0	0	0	0	0	0
Zālājs	16 193		13 085	9 977	6 869	3 760	652	1 748	2 844
Kopā (ha)	21 529		17 461	13 393	9 325	5 257	1 189	2 897	4 605

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
		Mežs	Apbūve	0	0	0	377	754	1 131
Aramzeme	2 372		2 984	3 596	3 471	3 347	3 223	3 098	2 974
Cita zeme	0		0	0	0	0	0	0	0
Mitrājs	0		0	0	70	141	211	281	351
Zālājs	3 941		5 037	6 133	5 639	5 144	4 649	4 154	3 660
Kopā (ha)	6 313		8 021	9 729	9 557	9 386	9 214	9 042	8 871

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
		Mežs	Apbūve	2 263	2 640	3 017	2 600	2 183	1 766
Aramzeme	2 850		2 725	2 601	2 731	2 861	2 991	3 121	3 251
Cita zeme	0		0	0	0	0	0	0	0
Mitrājs	422		492	562	685	808	931	1 054	1 177
Zālājs	3 165		2 670	2 176	2 831	3 486	4 142	4 797	5 452
Kopā (ha)	8 699		8 527	8 356	8 847	9 338	9 829	10 320	10 811

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2014	2015	2016	2017	2018
		Mežs	Apbūve	754	577	400
	Aramzeme	2 653	2 055	1 457	859	261
	Cita zeme	0	0	0	0	0
	Mitrājs	1 008	839	670	501	332
	Zālājs	4 615	3 778	2 940	2 103	1 266
	Kopā (ha)	9 030	7 249	5 467	3 686	1 905

8. pielikums. Mitrāja platības pieaugums Latvijā pa gadiem

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
		Mitrājs	Apbūve	0	0	0	0	0	0
Aramzeme	214		199	183	168	152	137	171	205
Cita zeme	0		0	0	0	0	0	0	0
Mežs	0		0	0	0	0	0	116	233
Zālājs	286		229	171	114	57	0	66	132
Kopā (ha)	500		427	355	282	209	137	353	570
Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
		Mitrājs	Apbūve	0	0	0	6	13	19
Aramzeme	239		274	308	407	506	606	705	805
Cita zeme	0		0	0	0	0	0	0	0
Mežs	349		466	582	789	995	1 201	1 408	1 614
Zālājs	198		265	331	433	534	636	738	839
Kopā (ha)	787		1 004	1 221	1 635	2 049	2 463	2 877	3 291

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Mitrājs	Apbūve	39	45	52	62	72	82	92	103
	Aramzeme	904	1 003	1 103	1 014	926	837	749	661
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	1 821	2 027	2 233	2 141	2 048	1 955	1 862	1 769
	Zālājs	941	1 043	1 145	1 062	980	898	815	733
	Kopā (ha)	3 705	4 119	4 533	4 279	4 026	3 772	3 519	3 265

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2014	2015	2016	2017	2018
Mitrājs	Apbūve	96	90	84	78	72
	Aramzeme	575	490	404	318	233
	Cita zeme	0	0	0	0	0
	Mežs	1 488	1 206	925	644	363
	Zālājs	630	527	423	320	217
	Kopā (ha)	2 789	2 313	1 837	1 360	884

9. pielikums. Zālāja platības pieaugums Latvijā pa gadiem

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Zālājs	Apbūve	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aramzeme	7 781	8 144	8 507	8 870	9 233	9 596	10 430	11 264
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	0	0	0	0	0	0	123	245
	Mitrājs	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kopā (ha)	7 781	8 144	8 507	8 870	9 233	9 596	10 553	11 510

Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
		Zālājs	Apbūve	0	0	0	75	150	224
	Aramzeme	12 099	12 933	13 767	23 023	32 279	41 535	50 791	60 047
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	368	490	613	1 123	1 633	2 143	2 652	3 162
	Mitrājs	0	0	0	72	144	216	288	360
	Kopā (ha)	12 466	13 423	14 380	24 293	34 206	44 118	54 031	63 944
Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
		Zālājs	Apbūve	449	524	599	577	555	533
	Aramzeme	69 303	78 559	87 815	72 513	57 210	41 908	26 605	11 303
	Cita zeme	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mežs	3 672	4 182	4 692	4 293	3 894	3 495	3 096	2 697
	Mitrājs	432	505	577	582	588	594	599	605
	Kopā (ha)	73 857	83 770	93 682	77 965	62 247	46 530	30 812	15 094
Zemes izmantošanas kategorija beigās	Zemes izmantošanas kategorija sākumā	2014	2015	2016	2017	2018			
		Zālājs	Apbūve	392	294	196	98	0	
	Aramzeme	9 339	7 375	5 412	3 448	1 484			
	Cita zeme	0	0	0	0	0			
	Mežs	2 269	1 842	1 414	987	560			
	Mitrājs	531	456	381	307	232			
	Kopā (ha)	12 531	9 967	7 403	4 839	2 276			