



MCMXXII

VYTAUTO DIDŽIOJO
UNIVERSITETAS

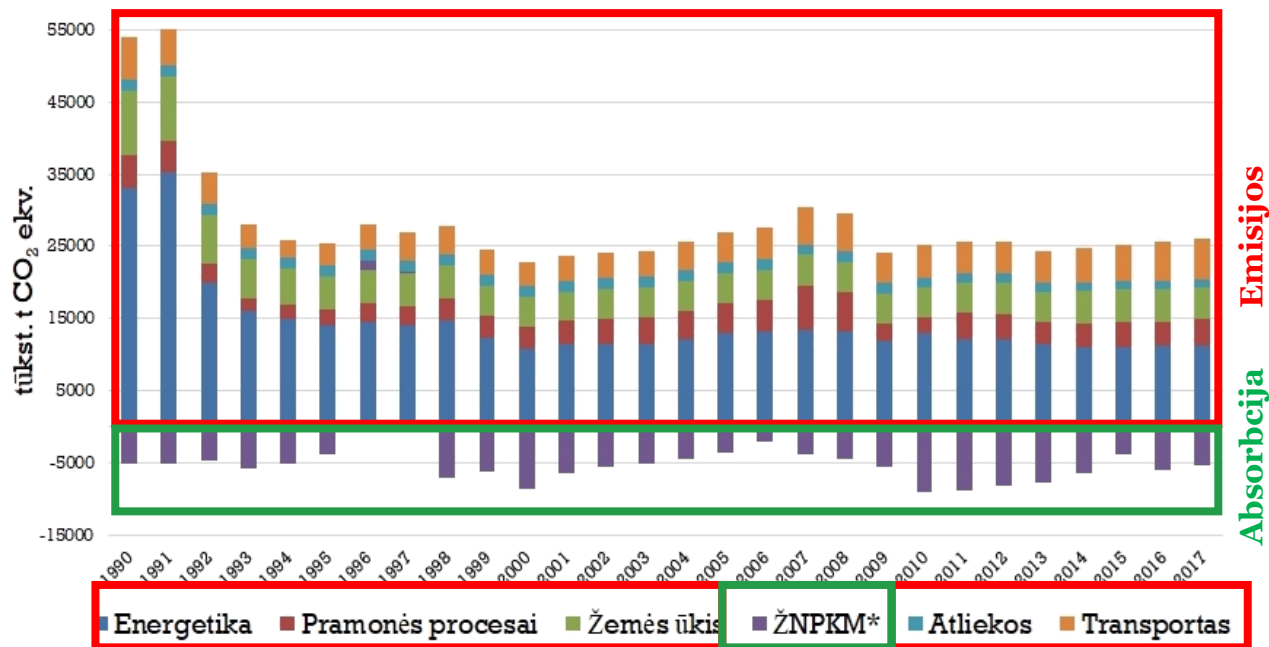
Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo poreikiai bei galimi metodiniai sprendimai Lietuvoje

Daiva Juknelienė

Išsilavinimas 360°

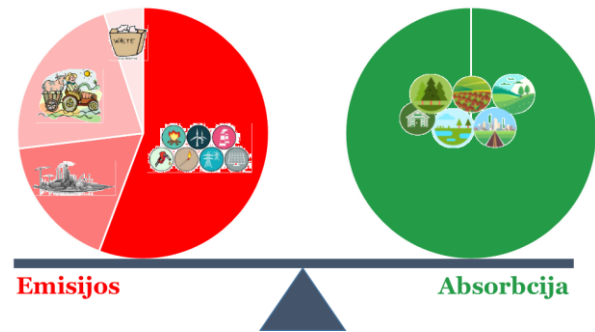
Į ATMOSFERĄ IŠMETAMŲ ŠILTNAMIO EFEKTĄ SUKELIANČIŲ DUJŲ KIEKIAI LIETUVOJE

SIEKIS IKI 2050-ŪJŲ:



Emisijos

Absorbicija



Taigi: Klimato kaitos švelninimo tikslus galime pasiekti ne tik mažindami ŠESD emisijas, tačiau ir efektyviai didindami absorbciją sumaniai valdomame žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės sektoriuje

* ŽNPKM- žemės naudojimo paskirties keitimas ir miškininkystė

Šaltinis: <http://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/klimato-kaita/sesd-apskaitos-ir-prognoziu-ataskaitos-nacionaliniai-pranesimai>

Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo poreikiai (Teisės aktų analizė)

28 teisės aktai, iš kurių 9 – tarptautiniai dokumentai

Tiesiogiai susiję su žemės naudojimo scenarijų modeliavimu - 21 (75%)

Tiesiogiai susiję su ŠESD procesais - 19 (68%)

Teisės aktų turinčių
įtakos žemės
naudojimui ir jo
kaitai fragmentas

Pavadinimas, data ir numeris*	Paskirtis ir turinys	Santykis su žemės naudojimo scenarijų modeliavimu	Santykis su ŠESD procesais
Jungtinių Tautų Bendroji klimato kaitos konvencija (<i>JTBKKK</i>): Jungtinių tautų organizacija, 1992 m. gegužės 9 d.	Nustatytos sąlygos pasiekti, kad šiltnamio efektu pasižyminčių dujų koncentracijos atmosferoje stabilizuotųsi tokia lygyje, kuriame pavojingas antropogeninis poveikis nesutrikdo klimato sistemos. Siekiama, kad būtų racionaliai naudojami, apsaugomi biomasė, miškai ir vandenynai, taip pat ir kitos sausumos, pakrančių ir jūros ekosistemos, priimant prisitaikymo prie klimato kaitos pasekmių priemones, sukurti integruotus tvarkymo planus bei planus, kaip apsaugoti ir atgaivinti atskirus rajonus. Taip pat nustatyta, kad Šalys privalo teikti kiekvienais metais nacionalines ŠESD apskaitos ataskaitas. Taip pat privalo atsiskaityti už šias žemės naudojimo kategorijas: miško žemė, žemės ūkio naudmenos, pievos, pelkės, miesto teritorijos ir kitos paskirties žemės.	Santykis tiesioginis , nes kiekviena Šalis, pateikianti ataskaitas, renka informaciją apie žemės plotus reikalingus tam, kad būtų galima įvertinti anglies sankaupų pokyčius ir išmetamų bei absorbuojamų ŠESD kiekį, susijusį su ŽNPKM sektoriumi ir jo veikla. Surinkti duomenys gali būti naudojami kaip įvestis žemės naudojimo scenarijams modeliuoti.	Santykis tiesioginis , išplaukiantis iš akcentuojamos būtinybės, kad šalis turėtų imtis išankstinių priemonių, siekdamas numatyti, užkirsti kelią ar sumažinti iki minimumo klimato pasikeitimo priežastis ir sušvelninti jo neigiamas pasekmes, susijusias su visų ŠESD, kurios nekontroliuojamos Monrealio Protokolo.

Teisės aktai **reikalauja** tiek atitinkamai **dalyvauti ŠESD apskaitos ir valdymo procesuose**, tiek ir **modeliuoti žemės naudojimo raidą**

Žemės naudojimo scenarijų **modeliavimo sistema yra privaloma**, tačiau ji ne tik susijusi su konkrečių teisės aktų reikalavimų tenkinimu, tačiau kartu sudarytų prielaidas optimizuoti kitų teisės aktų nuostatų įgyvendinimą, ypač kai šie susiję su galimų pokyčių (alternatyvų) kompleksinio poveikio sistemai įvertinimu

Potencialių naudotojų poreikių analizė

Įvairūs scenarijų modeliavimo sistemos aspektai	Informanto atstovaujama institucija				
	VMT	ŽŪM	AM KKPS	Žemės fondas	Mokslo inst.
Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo, sprendimų pagrindimo ir optimizavimo sistemos reikalingumas:					
Nacionalinio masto uždaviniams spręsti	+	+	+	+	+
Lokalaus lygmens uždaviniams spręsti		+			+
Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo sistemos paskirtis					
Duomenims analizuoti	+	+	+	+	+
Priimamų sprendimų alternatyvoms vertinti	+	+	+	+	+
Ateities žemės naudojimo vizijai formuoti	+	+	+	+	+
Moksliniams tyrimams vykdyti				+	+
Įvesties informacija žemės naudojimo scenarijams modeliuoti					
Dabar turimos informacijos tinkamumas	+	+	+	+	+
Papildomos informacijos poreikiai	+	+	+	+	+
Žemės naudojimo modeliavimo rezultatų turinys					
Žemės naudojimo struktūra esant įvairioms raidos alternatyvoms	+	+	+	+	+
Su žemės naudojimu susijusių produktų informacija		+			+
Šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) išmetimų prognozavimo iš skirtingų žemės naudojimo kategorijų poreikiai					
Išmetamų ir absorbuojamų ŠESD kiekių skirtingose žemės naudojimo kategorijose informacijos aktualumas	+	+	+	-	+
Šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) išmetimų prognozavimo paskirtis					
Tarptautinėms ataskaitoms rengti	+	+	+	-	-
Politikai formuoti		+	+		
Priimamų sprendimų alternatyvoms vertinti	+	+	+	+	+
Moksliniams tyrimams vykdyti				+	+
Įvesties informacija šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimams prognozuoti					
Dabar turimos informacijos tinkamumas	+	+	+	+	+
Papildomos informacijos poreikiai	+				+
ŠESD kiekių iš skirtingų žemės naudmenų modeliavimo rezultatų turinys					
Emisijų kiekiai iš skirtingų naudmenų ateityje	+	+	+		+
Žemės naudojimo raidos alternatyvos, pagrįstos ŠESD kiekiais	+	+	+		+

+	bent vienas institucijos informantas teigiamai atsiliepė apie konkretaus aspekto reikšmingumą
-	institucijos informantas neigiamai atsiliepė apie konkretaus aspekto reikšmingumą
	institucijos informantai konkretaus aspekto interviu metu neminėjo

„Poreikis atsirado dėl klimato kaitos tikslų įgyvendinimo. Itin svarbus ūkio lygmuo ir jo indėlis klimato kaitai. Svarbu žinoti emisijas iš skirtingų kategorijų, kad galima būtų planuoti priemones“

Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo metodai ir jų taikymas

1. **Ekonominiai/ekonometriniai modeliai.**
2. **Sistemų dinamika arba priežastiniu ryšiu grindžiami modeliai.**
3. **Gardelių automatai ar gardelių modeliai.**
4. **Agentų modeliai.**

Sistemų dinamika arba priežastiniu ryšiu grindžiami modeliai turi didžiausią potencialą kuriant *Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo, priimamų sprendimų pagrindimo ir optimizavimo sistemas (ŽNSMS)*.

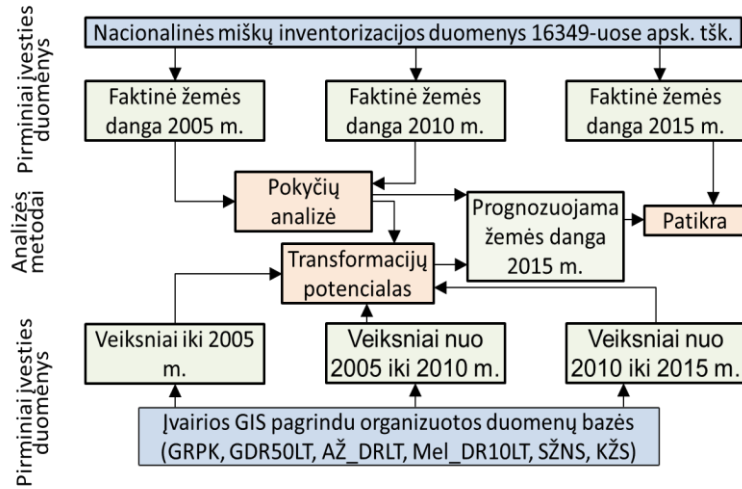
Siekama suderinti miškininkavimo ir žemės naudojimo scenarijų modeliavimo principus tiek taikomų metodų, tiek naudojamų įvesties duomenų atžvilgiu.

Ekonominiai/ekonometriniai modeliai yra įdiegti specializuotuose įrankiuose (tarkime, LULUCFeat) bei susiję su žemės naudojimo raidos prognozėmis, tačiau jie neužtikrina atitinkamo lygmens informacijos poreikių tenkinimo.

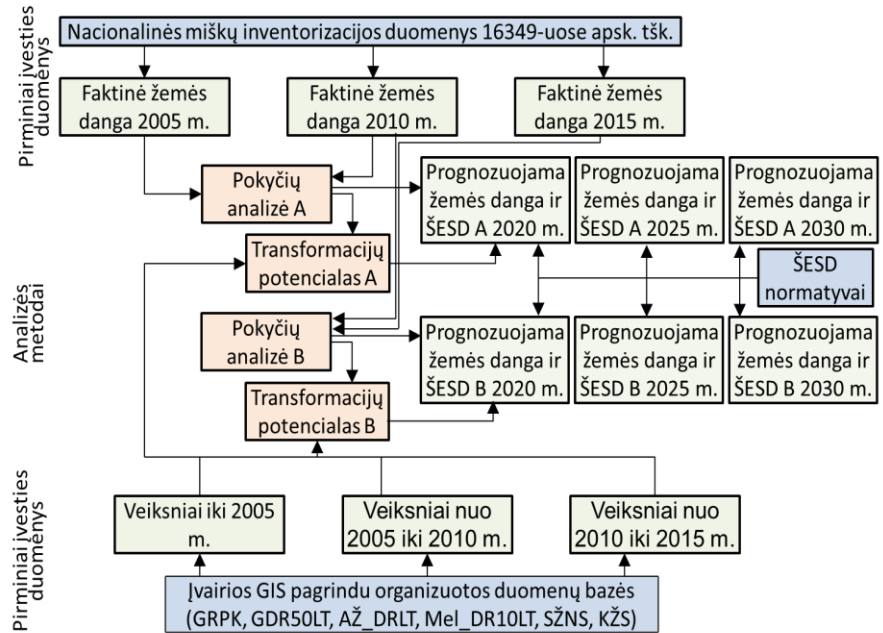
Gardelių modeliai ar agentų modeliai savo esme yra per daug sudėtingi nacionalinio lygmens uždaviniams spręsti, o įdiegimo požiūriu praktiškai neįmanomi dėl kaštų bei pateikiamų atsakymų nesuderinamumo.

Žemės naudojimo raidos scenarijų modeliavimas

a) modeliavimo metodinių sprendimų patikra



b) įvairių žemės naudojimo alternatyvų Lietuvoje modeliavimas

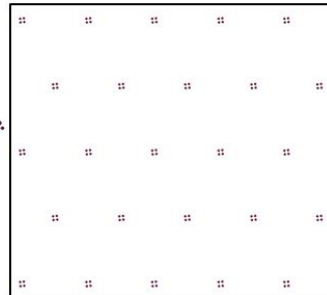
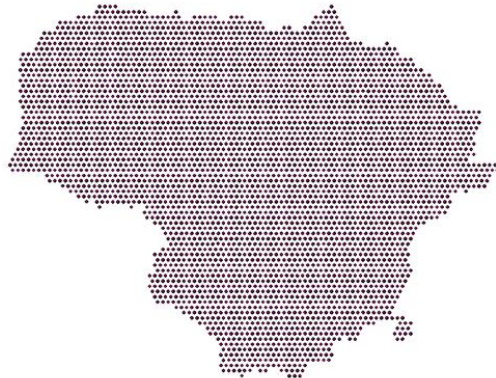


Įvesties duomenys (1):

Žemės naudojimas po 1971-ųjų metų

Nacionalinės miškų inventorizacijos, vykdomos atrankos metodu, apskaitos barelių centruose, laikotarpyje nuo 1971 iki 2015 metų imtinai identifikuoti **žemės naudmenų tipai bei potipiai** pagal Tarpvyriausybinių klimato kaitos komiteto parengtas Žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės veiklų gaires (Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry; IPCC 2003), atsižvelgiant į Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos ir Kioto protokolo reikalavimus.

16349 bareliai, išdėstyti NMI tinklelyje. Šaltinis: Valstybinė miškų tarnyba.
Nustatyta Lietuvos savivaldybė, į kurią patenka kiekvienas apskaitos taškas



1-as lygmuo

2-as lygmuo

3-as lygmuo

Žemės naudmenų kodavimas

Miško žemė	Produkuojanti žemė
Pievos, ganyklos	Vandenys ir pelkės
Užstatyta teritorija	Kitos naudmenos
25 potipiai	
150 potipių	

Įvesties duomenys (2):

Įvairios GIS pagrindu organizuotos duomenų bazės – žemės naudojimo kaitą lemiantiems veiksniams nusakyti

- Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:10 000 **georeferencinių erdvinių duomenų rinkinys** GDR10LT
- M 1:10 000 **dirvožemio** erdvinių duomenų rinkinys (Dirv_DR10LT)
- M 1:10 000 žemių **melioracinės būklės ir užmirkimo** erdvinių duomenų rinkinys (Mel_DR10LT)
- M 1:10 000 **specialiųjų žemės naudojimo sąlygų** erdvinių duomenų rinkinys (SŽNS_DR10LT)
- **Ąpleistų žemių** erdvinių duomenų rinkinys (AŽ_DRLT)
- Lietuvos **CORINE** 1995, 2000, 2006 ir 2012 m. žemės dangos duomenų bazė
- **Kontrolinių žemės sklypų** duomenų bazės – 2004, 2008 ir 2014 metų versijos (KŽS)
- Statistikos departamento 1970, 1989 ir 2011 metų **gyventojų ir būstų surašymo** duomenys
- Nacionalinės mokėjimų agentūros duomenys apie **deklaruotus pasėlius** (2010-2015 metais)
- Reljefo modelis, sukurtas pagal **GDB200** informaciją. Modelis pateikiamas kaip geografinė matrica, kur gardelės dydis 100 m. Modelis sukurtas naudojant ArcGIS funkciją Topo to Raster
- Šaltinis – geoportal.lt ir kt.

Metodinis sprendimas

- Orientuojamasi į **sistemų dinamika bei priežastiniu ryšiu grindžiamus modelius** (literatūros analizės metu atmestos alternatyvos: ekonominiai/ekonometriniai modeliai, gardelių modeliai ir agentų modeliai)
- **TerrSet programinė įranga metodams tirti, naudojant LCM įrankį** (*Land Change Modeler*), kuri grindžiama rastriniu duomenų modeliu.
- Naudojama rastro skiriamoji geba – 100x100m.

NMI identifikuoti žemės naudmenų tipai bei potipiai 100x100m gardelėse, atitinkančiose barelio centrą

Dirbtinių neuronų tinklų modeliavimas naudojant **daugiasluoksnių perceptrono algoritmą**. Numatytieji algoritmo nustatymai, parenkami automatiškai pagal modeliavimo įvesties duomenų ypatumus

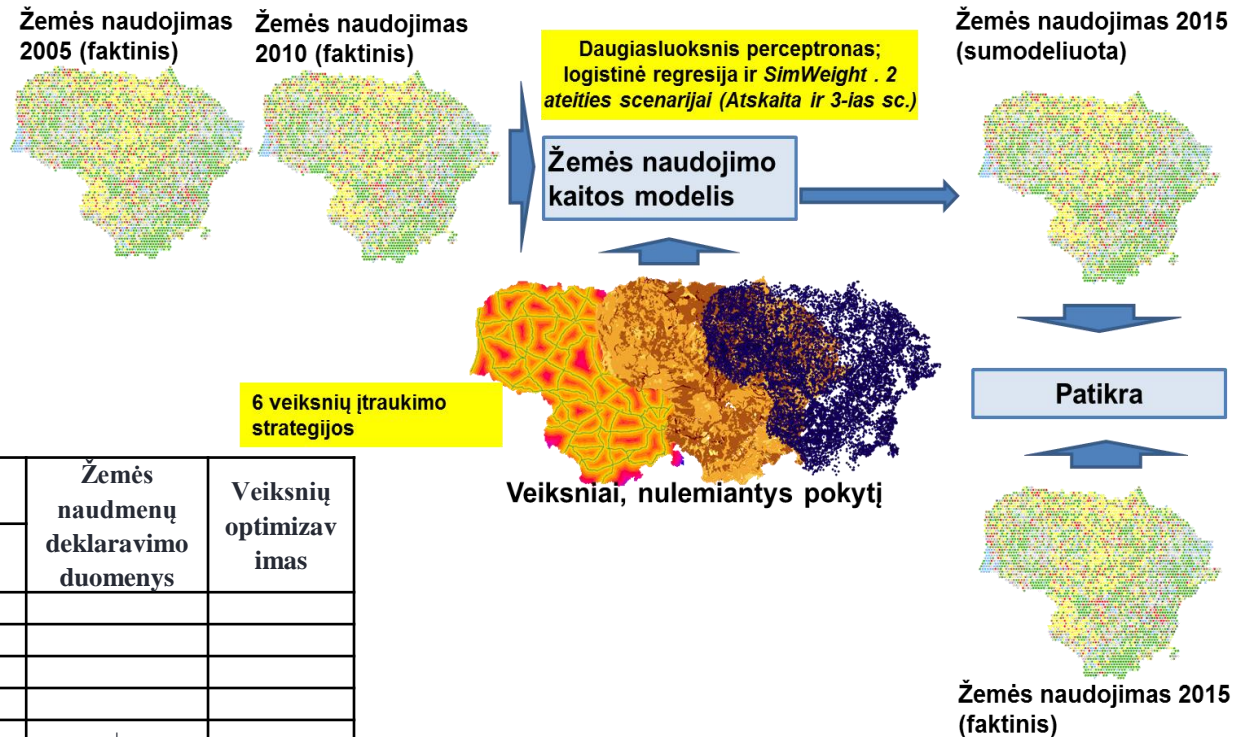
Paklaidų reikšmės pateikiamos **paklaidų matricos** pavidalu. Tikslumas išreikštas bendruoju prognozavimo, „vykdytojo“ ir „vartotojo“ tikslumais ir F balu, k^2 statistika. Dviejų klasifikavimo matricių skirtumas vertintas naudojant Z statistiką

Pagal **GIS duomenų bazes** nustatyti rodikliai 100x100m gardelėse, atitinkančiose barelio centrą

Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo metodinių sprendimų patikra

Analizės metodai

Atliekama modeliavimo metodinių sprendimų patikra – pagal retrospektyvinius duomenis yra modeliuojamas žemės naudojimas **2015-aisiais metais**. Gauti rezultatai palyginami su faktiniais žemės naudojimo duomenimis – siekiamybė yra pagrįsti naudojamus modeliavimo sprendimus



Veiksnių įtraukimo strategijos

Veiksnių įtraukimo strategija	Geoferencinio pagrindo informacija			Žemės naudmenų deklaravimo duomenys	Veiksnių optimizavimas
	2004	2008	2014		
1		+			
2	+	+			
3		+	+		
4	+	+	+		
5	+	+	+	+	
6	+	+	+	+	+

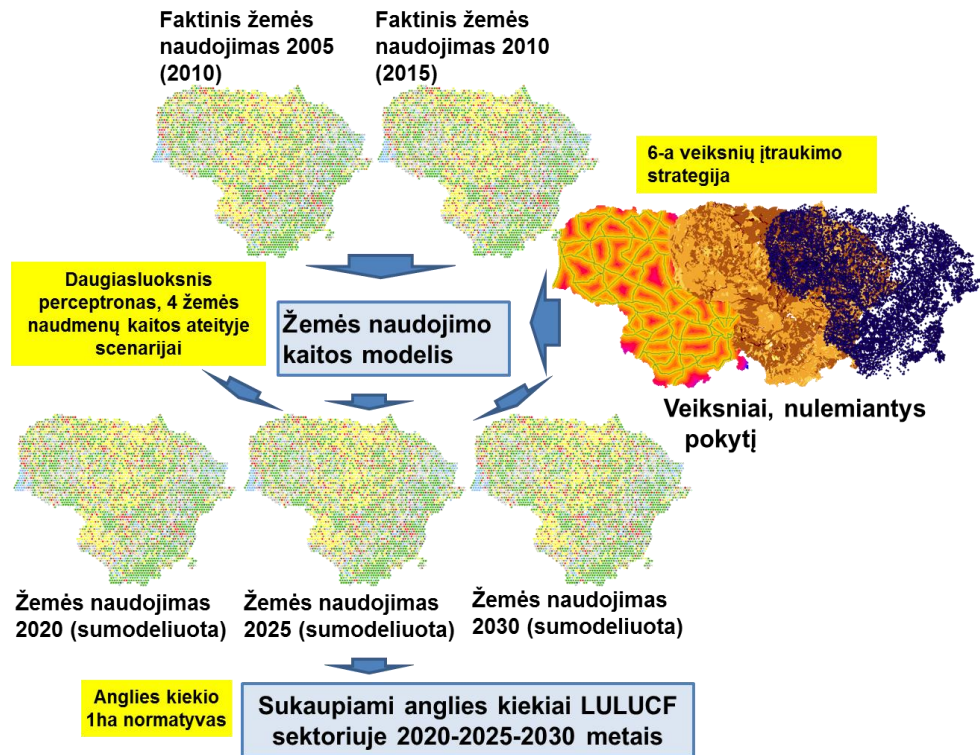
Žemės naudojimo ateityje alternatyvų modeliavimas

Analizės metodai

Pagal turimus retrospektyvinius duomenis yra modeliuojamas žemės naudojimas iki 2030-ųjų metų, o gauti rezultatai yra interpretuojami per sprendžiamų uždavinių prizmę.

Žemės naudojimo kaitos ateityje scenarijai

Scenarijaus pavadinimas	Žemės naudojimo kaitos tikimybių skaičiavimo ypatumai	
	Laikot.	Tikimybių transformacijos
Atskaita (2005-2010)	2005-2010	Išlaikomos žemės naudmenų kaitos tendencijos
Atskaita (2010-2015)	2010-2015	
Scenarijus 1 (2005-2010)	2005-2010	Ariamos žemės transformacijos į mišką tikimybė padvigubėja; pievų su krūmais žemės transformacijos į mišką tikimybė padvigubėja; krūmų žemės transformacijos į mišką tikimybė padvigubėja; ariamos žemės transformacijos į kultūrinės pievas/ganyklas tikimybė padvigubėja ir visos likusios buvusios pievos su krūmais ir krūmynai paverčiami į kultūrinės pievas/ganyklas.
Scenarijus 1 (2010-2015)	2010-2015	
Scenarijus 2 (2005-2010)	2005-2010	Visos pievos su medžiais ir krūmais transformuojamos į mišką
Scenarijus 2 (2010-2015)	2010-2015	
Scenarijus 3 (2005-2010)	2005-2010	Nevyksta pievų/ganyklų žemių transformacija į produkuojančią žemę, visos kitos žemės naudmenų transformacijos vyksta pagal tendencijas, buvusias atskaitos laikotarpiu
Scenarijus 3 (2010-2015)	2010-2015	



Žemės naudojimo raidos modeliavimo aprobavimas naudojant istorinius duomenis

Dažniausiai 2015-ais metais sutinkamų žemės dangos klasių prognozavimo tikslumas pagal kaitos 2005-2010 m. tendencijas

Visų žemės naudmenų klasių 2015-aisiais metais prognozavimo tikslumo fragmentas

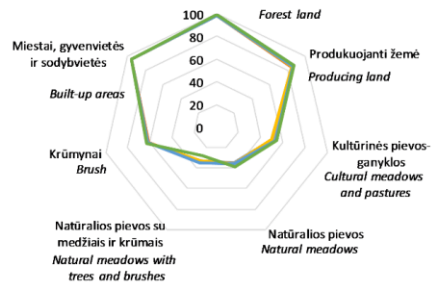
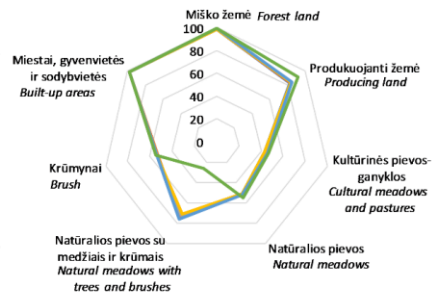
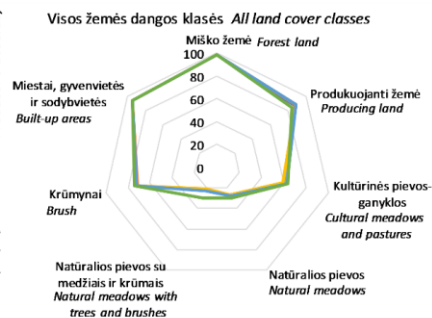
Veiksnių įtraukimo strategija	Visos žemės dangos klasės		Pievos, apjungtos į vieną klasę		Z statistika
	Patikimo identifikavimo procentas	Kapa	Patikimo identifikavimo procentas	Kapa	
Atskaita					
1	81,9	0,76	87,7	0,83	1,296*
2	82,1	0,76	88,0	0,84	1,310*
3	82,2	0,76	88,3	0,84	1,361*
4	82,1	0,76	88,2	0,84	1,369*
5	82,8	0,77	88,6	0,84	1,295*
6	81,9	0,76	88,9	0,86	1,783*

žemės naudmenų klasių prognozės tikslumas gali būti pasiekiamas ne prastesnis kaip 80%, o santykinai stabiliai kintančių laike ir erdvėje – 96% ir didesnis.

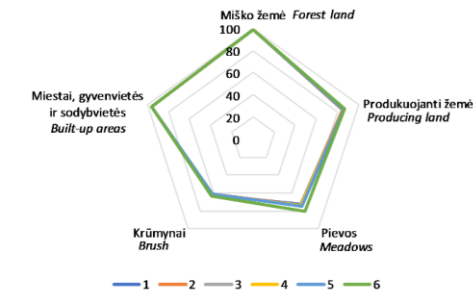
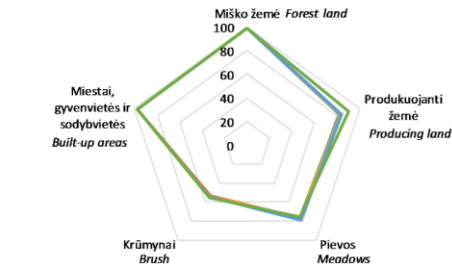
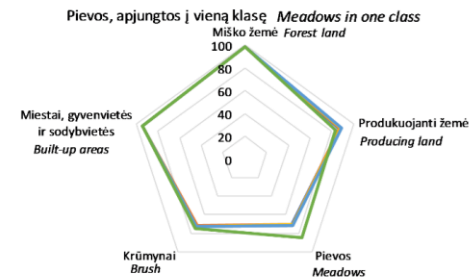
Vykdytojo tikslumas Producer's accuracy

Vartotojo tikslumas User's accuracy

F balas F-score



REZULTATAI



1 2 3 4 5 6

Veiksnių įtraukimo strategija

Žemės naudojimo scenarijų modeliavimo galimi metodiniai sprendimai Lietuvoje PASIŪLYMAI

1. Sistemų dinamika arba priežastiniu ryšiu grindžiami žemės dangos ir naudojimo raidos modeliai optimalūs naudoti Lietuvoje dėl jų naudojimo metodinių ir diegimo praktinių priežasčių. **Jie metodiniu požiūriu suderinami su VMT naudotu EFDM modeliu miškų atskaitos lygiams skaičiuoti.** Siūlome kuriant Nacionalinės miškų inventorizacijos informacinės sistemos miškininkavimo bei žemės naudojimo scenarijų modeliavimo posistemę orientuotis į šį metodinį sprendimą.
2. **Siūlomos tokios principinių sprendimų rekomendacijos:**
 - 2.1 Žemės naudojimo kaitos retrospektyvai aprašyti naudoti Valstybinės miškų tarnybos vykdomos Nacionalinės miškų inventorizacijos atrankos metodu apskaitos barelių centruose identifikuotus žemės naudmenų tipus pagal Tarpvyriausybinių klimato kaitos komiteto parengtas Žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės veiklų gaires, atsižvelgiant į Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos ir Kyoto protokolo reikalavimus.
 - 2.2 Veiksniams, lemiantiems žemės naudojimo kaitą nusakyti naudoti visus prieinamus duomenis, organizuotus GIS duomenų bazių pavidalu ir susijusius su nagrinėjamu laikotarpiu.
 - 2.3 Žemės naudojimo kaitos retrospektyva, naudojama modeliams nusakyti, turi būti maksimaliai artima laike modeliuojamam laikotarpiui.
 - 2.4 Transformacijų potencialo modeliavimas siūlomas atlikti naudojant kompiuterio mokymusi grindžiamą daugiasluoksnio perceptrono algoritmą.
 - 2.5 Prognozuoti optimalu tik tokių žemės naudojimo tipų kaitą, kuri reikalinga ŠESD kiekiams LULUCF sektoriuje įvertinti, t.y. nebūtina naudoti perteklinę žemės naudojimo tipų nomenklatūrą.
 - 2.6 Modeliavimo rezultatai išreiškiami tiek įvairių žemės naudmenų tipų plotų kaita, tiek ir CO₂ ekvivalentu.
 - 2.7 Didesnė dalis operacijų, susijusių su žemės dangos ir žemės naudojimo raidos modeliavimu yra galimos atlikti naudojant standartinius GIS paketus (TerrSet ir ArcGIS), tačiau būtų optimalu kurti specializuotą modeliavimo įrankį.
 - 2.8 Žemės naudojimo modeliavimo gerumą siūlome vertinti ne pagal tai, koks yra pasiekiamas tikslumas ateityje (nes patikra yra negalima), bet pagal tai, kiek galime paaiškinti pagal modeliavimo rezultatus daromus sprendimus.



MCMXXII

VYTAUTO DIDŽIOJO
UNIVERSITETAS

Ačiū už dėmesį

Išsilavinimas 360°