

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte
Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts



Francesco ROMAGNOLI
Doktora studiju programmas „Vides zinātne” doktorants

**ILGTSPĒJĀGAS BIOENERĢIJAS RAŽOŠANAS UN
PATĒRIĀ MODELIS**

Promocijas darba kopsavilkums

Rīga 2012

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte
Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

Francesco ROMAGNOLI
Doktora studiju programmas „Vides zinātne” doktorants

**ILGTSPĒJĪGAS BIOENERĒTIJAS RAŽOŠANAS UN
PATĒRIĀ MODEĻIS**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskie vadītāji

Dr. habil. sc. ing., profesore
D. BLUMBERGA

Dr. habil. sc. ing., profesors
I. VEIDENBERGS

Rīga 2012

UDK 620.95(043.2)

Ro 394 i

Romagnoli F. Ilgtspējīgas bioenerģijas ražošanas un patēriņa modeļi. Promocijas darba kopsavilkums.- R.:RTU, 2012.- 38 lpp.

Iespiests saskaņā ar RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta 2012. gada 1. maija lēmumu, protokols Nr. 20.

ISBN 978-9934-8196-8-1

Promocijas darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts RTU doktora studiju stenošanai”. Darbs izstrādāts, pateicoties „FP7/2007-2013” programmas „Biowalk4biofuels” projektam un „Central Baltic INTERREG IV Programme 2007-2013” programmas „Energy Efficient and Ecological Housing” (ECOHOUSING) projektam.



**PROMOCIJAS DARBS IZVIRZ TS INŽENIERZIN T U DOKTORA
ZIN TNISK GR DA VIDES ZIN TNES NOZARES APAKŠNOZAR
„VIDES INŽENIERZIN TNE” IEG ŠANAI R GAS TEHNISKAJ
UNIVERSIT T**

Promocijas darbs inženierzin t u doktora zin tnisk gr da Vides zin tnes nozares apakšnozār „Vides inženierzin tne” ieg šanai tiek publiski aizst v ts 2012. gada 27. august R gas Tehnisk s universit tes Ener tikas un elektrotehnikas fakult t , Kronvalda bulv r 1, 21. auditorij .

OFICI LIE RECENZENTI

Profesors, Dr.chem. M ris K avi š
Latvijas Universit te

Profesors, Dr.sc.ing. Oskars Krieivs
R gas Tehnisk universit te

Profesore, Marianne Thomsen
Aarhus University, D nija

APSTIPRIN JUMS

Apstiprinu, ka esmu izstr d jis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskat šanai R gas Tehniskaj universit t inženierzin t u doktora zin tnisk gr da Vides zin tnes nozares apakšnozār „Vides inženierzin tne” ieg šanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevien cit universit t zin tnisk gr da ieg šanai.

Francesco Romagnoli(Paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakst ts ang u valod , satur ievadu, etras noda as, secin jumus, literat ras sarakstu, 6 pielikumus, 61 z m jumus un ilustr cijas, 36 tabulas, kop 162 lappuses. Literat ras sarakst ir 220 nosaukumi.

SATURA RĀDĪTĀJS

T mas aktualit te.....	5
Darba m r is	6
Izp tes metodika.....	6
Darba zin tnisks noz me	7
Darba praktisks noz me.....	7
Aprob cija.....	8
Darba strukt ra un apjoms	10
1. Metodolo ija.....	11
2. Dz ves cikla anal zes (DCA) model šana: instruments bioener ijas ražošanas un lietošanas nov rt jumam.....	12
2.1. Dz ves cikla anal zes (DCA) modelis biod ze degvielas ražošanai Latvijas kontekst	12
2.1.1 M r a un darb bas jomas defin šana	13
2.1.2. Sist mas robežas	13
2.1.3. Procesu uzskait jums un apraksts.....	14
2.1.4. DCA rezult ti	14
2.2. DCA modelis biog zes ražošanai no a u substr ta.....	15
2.2.1. M r a un darb bas jomas defin šana	16
2.2.2. Sist mas robežas	16
2.2.3. Procesu uzskait jums un apraksts.....	17
2.2.4. DCA rezult ti	17
2.3. DCA modelis siltumener ijas ražošanai ar koksnes kurin mo darbin m s katlu m j s.....	19
2.3.1. M r a un darb bas jomas defin šana	20
2.3.2. Sist mas robežas	20
2.3.3. Procesu uzskait jums un apraksts.....	21
2.3.4. Dz ves cikla anal zes rezult ti	21
2.4. Veikto DCA kop gie aspekti.....	23
3. Sist mu dinamika: Bioener ijas politikas stenošanas nov rt juma instruments.....	23
4. Atjaunojamo energoresursu izmantošana Latvijas centr lapkur . Rezult ti un mode a aprob cija.....	31
4.1. Scen rijs BS1.....	32
4.2. Scen rijs C1_ETS.....	33
4.3. Scen rijs C4_all.....	35
4.4. Meža resursu ilgtsp j ba	36
4.5. Mode a valid cija.....	36
Secin jumi.....	36

TĒMAS AKTUALITĀTE

Kopš 1987. gada, kad tika izdots ANO Pasaules Vides un attīstības komisijas ziņojums „Mūsu kopējā nākotne” (saukts arī par Bruntlandes komisijas ziņojumu), ilgtspējīgā attīstības jēdziens ir ieguvis būtisku lomu visā attīstības valsts. Ilgtspējīgā attīstība ietver trīs savstarpji saistītas sfēras: vides, ekonomisko un sociālo. Ekonomiskā attīstība nebalstās uz vides degradāciju, tieši otrādi – augsti ekonomiskie rādītāji iet roku rokā ar augstu dzīves kvalitāti.

Mūsu sabiedrības un ekonomikas attīstības robežas, līdz ar to arī mūsu eksistences robežas, nosaka resursu patēriņš, it īpaši energoresursi. Pašreizējā situācijā, kad tuvākajā nākotnē paredzams fosilās enerģijas pāris, plašāk atjaunojamo energoresursu (AER) izmantošana var būt ilgtspējīgā attīstības principiem atbilstošs risinājums, kas pozitīvi ietekmē gan vides un sociālo, gan ekonomisko sfēru. Vienlaikus atjaunojamo energoresursu izmantošanas palielināšana nedrīkst negatīvi ietekmēt ekosistēmas, bioloģisko daudzveidību un nepieciešamību pievārsties uzturēšanai neizmantojamajām enerģijas kultūras un tīrā gaisā paaugstinātās biodegvielas ražošanai.

Eiropas Savienība (ES) ilgstoši ir bijusi līdere cīņā ar klimata pārmaiņu mērķu īstenošanu starptautiskajās forumās. Atjaunojamās enerģijas un energoefektivitātes ir nozīmīga Eiropas enerģētikas un klimata politikas daļa. ES direktīva 2009/28/EC noteikti tika saukti 20-20-20 mērķi: vismaz 20% siltumnācīgas efekta gāzu (SEG) emisiju samazinājums, 20% AER patsvaram pieaugums ES enerģijas patēriņā un 20% primārā energoresursu patēriņa samazinājums līdz 2020. gadam salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni. Visi ES un nacionālie līmeņi pasākumi, ko uzdevums veikt ES dalībvalstīs, lai sasniegtu noteiktos mērķus, iekavēti ES dalībvalstu Atjaunojamās enerģijas resursu plānos (AERP) atjaunojamās enerģijas jomā. Tādējādi bioenerģijas sektora un dažādo šķādes enerģijas iegūšanas veidu uzplaukums sagaidāms pavisam tuvā nākotnē.

Ar Latvijai ir sagatavots Resursu plāns atjaunojamās enerģijas jomā, kur noteikta resursu politika un pasākumi, ko uzdevums veikt, lai sasniegtu noteikto mērķi – nodrošināt ar atjaunojamajiem energoresursiem 40% no kopējā galapatēriņa. Tikai Latvijai ir otrāis labākais rādītājs ES (35%), nozīmīgi uzlabojumi jāplāno ilgtermiņā, koncentrējoties ne tikai uz galvenajiem enerģētikas sektoriem, bet pievārstoties arī vides, sociālajiem un ekonomiskajiem aspektiem. Pretī ES direktīva 2009/28/EC noteiktajiem mērķiem un ilgtspējības kritērijiem, Latvijā plānots gados rojams dabasgāzes importa pieaugums.

Nenoliedzami, enerģētikas sektora attīstības pārveidei draudzīgā virzienā ir sarežģīta, taču nav neiespējama. Lai to izdarītu, ir jāsteno vislabāk „zaļās politikas” stratēģija. Ar zaļās enerģijas tirgu saistītā ilgtspējīgā attīstības pamatkonceptija ir labi zināma, taču nav skaidru darbības principu un metodoloģijas, lai to varētu izmantot politikas stenošanai un stratēģiskajai plānošanai. Vispiemērotākā stratēģija izstrādei nepieciešami skaidri saprotami un

apriņināmi novērtēšanas instrumenti, kas piemērti globālā mērogā. Tie padarītu pārējās sistēmas, kas balstītas uz zāģniecību, novērtējumu ar starptautiskām lēmēm. Tāpēc nepieciešama visaptveroša analīze plašākā mērogā, lai varētu novērtēt konkrēto politikas pamatnostādņu ietekmi uz vides, sociālo un ekonomisko sfēru globālā skatījumā. Enerģētiskās plānošanai un ietekmes uz vidi novērtējumam jābūt savstarpīgi saistītiem, lai varētu veiksmīgi attīstīt atjaunojamo energoresursu ražošanu un izmantošanu bioenerģētiskā sektorā. Tāpēc vislabākais risinājums varētu būt divu tipisku modeļu šānu instrumentu enerģētiskās plānošanai apvienojums: sistēmas dinamikas modeļa un ietekmes novērtējuma „no šūnā līdz kapam” - Dzīves cikla analīze (LCA).

DARBA MĒRĶIS

Disertācijas mērķis ir dažādu bioenerģijas avotu un tehnoloģiju tipu vides, sociālo un ekonomisko snieguma novērtēšanai paredzētā analītiskā instrumenta izstrāde. Emotīvā Direktīvu 2009/28/EC, instrumentu vērsts uz enerģijas plānošanas sektoru. Tas paredzēs dažādu Eiropas Savienības dalībvalstu nacionālajos atjaunojamās enerģijas rīcības plānos paredzēto pasākumu ietekmes novērtēšanai.

Lai sasniegtu šo mērķi, tika izvirzīti šādi uzdevumi:

1. analizēt dažādu bioenerģijas iegādes procesus un tehnoloģiju ietekmi uz vidi un ilgtspējību “no šūnā līdz kapam”, izmantojot Dzīves cikla analīzes (LCA) metodoloģiju;
2. integrēt metodoloģijas izstrādāšana, apvienojot Dzīves cikla analīzes pieeju un sistēmas dinamikas - „baltās kastes” modeļu šānu - pieeju;
3. dažādu Eiropas Savienības dalībvalstu nacionālajos atjaunojamās enerģijas rīcības plānos paredzēto pasākumu ieviešanas analīzi, pamatojoties uz nelineāro struktūru kompleksu;
4. emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas (ETS) kā fosilā energoresursa patērētāja samazināšanas mehānismu ietekmes novērtējums;
5. attīstīt „baltās kastes” pamācību, izmantojot sistēmas dinamikas modeļu šānu metodoloģiju politisko stratēģiju un Emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas (ETS) ietekmes novērtēšanai uz nacionālā atjaunojamās enerģijas avotu ilgtspējību;
6. ieteikt sistēmas dinamikas metodes validācija Latvijas centralizētās apkures sistēmas katlu mājgādījumā.

IZPĒTES METODIKA

Izpētes metodika balstīta uz divām savstarpīgi saistītām daļām. Pirmā daļa ir saistīta ar LCA modeļu šānu izmantošanu kopā ar vides snieguma izvērtēšanai konkrētās ietekmes kategorijās. Metodoloģija aptver visas galvenās sfēras, kas noteiktas ISO Standart 14044, kā arī sistēmas jutīguma analīzi dažādu bioenerģētiskās scenāriju gadījumā.

Otr da a ir saist ta ar sist mu dinamikas teorijas realiz ciju, kas ietver gal g mode a apstiprin šanu un anal zes rezult tu izvad šanu speci lo LCA model šanas vides datu veid .

Iepriekšmin to metodolo iju apvienojums izmantots Latvijas centraliz t s apkures sist mas prim ro energoresursu pat ri a prognozes un ilgtsp j gas att st bas mode a p t jumiem.

Tika apkopota inform cija no daž diem avotiem: ES komisijas, Latvijas Centr l s statistikas p rvaldes, Latvijas ener tikas, koksnes ener tikas un mežsaimniec bas ekspertiem, specifiskaj m datu b z m (t.i., *ecoinvent 2.1*).

DARBA ZINĀTNISKĀ NOZĪME

Anal tisk pieeja, kas izstr d ta šaj promocijas darb , v rsta uz ener tikas pl nošanu, izmantojot „balt s kastes” model šanu (sist mu dinamikas model šanu) apvienojum ar Dz ves cikla anal zi (LCA).

Promocijas darba zin tnis kais noz m gums ir balst ts uz š diem aspektiem:

1. uz dz ves cikla anal zes pamatiem balst ta bioener ijas sist mas anal ze, lai nov rt tu pies r o juma un siltumn cas efekta g zu izmešu samazin juma potenci lu alternat vaj m bioener ijas tehnolo ij m;
2. sist mu dinamikas mode a izmantošana ES emisiju kvotu tirdzniec bas sist mas un ener tikas politikas meh nisma lomas nov rt jumam saist b ar atjaunojamo energoresursu patsvara izmai m;
3. ieteikums izmantot šo instrumentu izmaksu ticam bas nov rt šanai invest cij m za s ener ijas sektor ;
4. izveidot vienotu metodolo iju ilgtsp j bas un prim r ener ijas pat ri a prognozes nov rt jumam.

DARBA PRAKTISKĀ NOZĪME

Š darba praktisko noz mi var attiecin t uz daž d m m r a grup m un l me iem:

- vald bas l men : š darba rezult tu Latvij var izmantot, lai nov rt tu bioener ijas atbalsta programmu ietekmi, vienlaikus rezult ti sniedz ar centraliz t s siltumapg des prim r ener ijas pat ri a un uzst d to jaudu prognozi;
- ener tikas sektors (investori un uz m ji): pied v tais sist mu dinamikas modelis apr ina noteiktu politikas meh nismu, kuri pied v att st bas tendences stermi un ilgtermi , ieviešanas ietekmi attiec b uz atjaunojam s ener ijas avotu pat ri a patsvaru;
- vides l men : noteikt s metodolo ijas galvenais m r is ir optimiz cija un emisiju samazin šana atbilstoši ilgtsp j gas att st bas krit rijiem;
- zin tnis kaj l men : plaš ku un vair k savstarp ji integr tu Dz ves cikla anal zes (LCA) un sist mu dinamikas model šanas pieeju var izmantot,

analiz joti problēmas, kas saistītas ar bioenerģijas ieguves procesu integrāciju visā enerģijas sektorā ;

- Eiropas mērķi : modeļa piedāvājumu var izmantot, iekaujot enerģijas politikas instrumentus un bioenerģijas ieguves procesu, kas netika pabeigti šajdarb .

APROBĀCIJA

Disertācijas metodoloģija, darba gaita un rezultāti ir raksturoti dokumentā un apspriesti. Autora publikācijas:

1. F. Romagnoli, A. Barisa, A. Blumberga, D. Blumberga, I. Dzene, M. Roš , C. Rochas. Policy strategy effects for a sustainable improve of a wood-based energy structure in Latvia: an integrated dynamic model of the district heating system // Proceedings of the 20th European Biomass Conference and Exhibition , Itālija, Milāna, 18.-22. jūnijs, 2012.
2. Pubule J., Blumberga D., Roš M., Romagnoli F. Analysis of the Environmental Impact Assessment of Power Energy Projects in Latvia // Management of Environmental Quality: An International Journal. - Vol.23, No.2. (2012) 190.-203. lpp.
3. Beloborodko A., Timma L., Žandeckis A., Romagnoli F. The Regression Model for the Evaluation of the Quality Parameters for Pellets // Agronomy Research. - 10 (1). (2012) 17.-24. lpp.
4. Romagnoli F., Pubule J., Blumberga D. Life Cycle Assessment for Biodiesel Production under Latvian Climate Conditions // Life Cycle Management Conference (LCM2011): Proceedings, Vācija, Berlīne, 28.-31. augusts, 2011. - 1.-12. lpp.
5. Romagnoli F., Pubule J., Blumberga D. Life Cycle Assessment of Biogas Production with Algae Substrate // Proceedings of the 19th European Biomass Conference and Exhibition , Vācija, Berlīne, 6.-10. jūnijs, 2011. - 142.-148. lpp.
6. Pičicka I., Blumberga D., Romagnoli F. Life Cycle Assessment of Biogas Production from Marine Macroalgae: a Latvian Scenario // RTU zinātniskie raksti. 13. sērija, Vides un klimata tehnoloģijas. - 6. sēj. (2011), 69.-78. lpp.
7. Romagnoli F., Blumberga D., Pičicka I. Life Cycle Assessment of Biohydrogen Production in Photosynthetic Processes // International Journal of Hydrogen Energy. - 13. (2011) 7866.-7871. lpp.
8. Blumberga D., Veidenbergs I., Romagnoli F., Rochas C., Žandeckis A. Bioenerģijas tehnoloģijas. - Rīga, Latvija : RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts, 2011. - 272 lpp.
9. Pubule J., Romagnoli F., Blumberga D. Analysis of Environmental Impact Assessment of Power Energy Projects in Latvia // Proceedings of 8th Annual Conference of Young Scientists on Energy Issues (CYSENI 2011) , Lietuva, Kauņa, 26.-27. maijs, 2011. - 230.-238. lpp.

10. Pubule J., Romagnoli F., Blumberga D. Improvement of Environmental Impact Assessment in the Baltic States // The 8th International Conference "Environmental Engineering": Selected Papers. Vol.I: Environmental Protection, Lietuva, Vi a, 19.-20. maijs, 2011. - 300.-307. lpp.
11. Romagnoli F., Pubule J., Blumberga D. Generation of Algal Biomass for Biogas Production: Energetic and Environmental from a Life Cycle Assessment (LCA) Perspective // Progress in Biogas II - Biogas Production from Agricultural Biomass and Organic Residues, V cija, Stuttgart, 30.marts-1. apr lis, 2011. - 142.-148. lpp.
12. Dzene I., Romagnoli F., Barisa A., Blumberga D., Blumberga A., Davidsen P., Moxnes E. Building-Up a System Dynamics Model for Transforming the Latvian Energy Market in Environmentally Sound Direction // Proceedings of the 3rd International Symposium on Energy from Biomass and Waste, It lija, Ven cija, 8.-11. novembris, 2010. - 1.-13. lpp.
13. Romagnoli F., Dzene I., Barisa A., Blumberga D., Blumberga A., Davidsen P., Moxnes E. The Use of System Dynamics Approach for Assessing the Impacts of Policy Measures and Strategies on Wood Energy Market Development in Latvia // Proceedings of the 3rd International Symposium on Energy from Biomass and Waste, It lija, Ven cija, 8.-11. novembris, 2010. - 14.-26. lpp.
14. Pubule J., Romagnoli F., Blumberga D. Why Biodiesel is Environmentally Better than Traditional, Fossil-Based Diesel: an LCA Approach // RTU zin tniskie raksti. 13. s r., Vides un klimata tehnolo ijas. - 7. s j. (2011), 93.-99. lpp.
15. Romagnoli F., Blumberga D., Gigli E. Biogas from Marine Macroalgae: a New Environmental Technology – Life Cycle Inventory for a Further LCA // RTU zin tniskie raksti. 13. s r., Vides un klimata tehnolo ijas. - 4. s j. (2010), 97.-108. lpp.
16. Romagnoli F., Blumberga D., Pilicka I. Integration of Photobiological Hydrogen Production by Micro-algae into the Latvian Energy Supply System: an LCA approach // Biohydrogen Production: 9th International Hydrogenase Conference , Zviedrija, Uppsala, 28.j nijs-2. j lijs, 2010.
17. Blumberga D., Kuplais .., Romagnoli F., V gants E. CHP or Power Station: Question for Latvia // District Heating and Cooling: Conference Proceedings, Igaunija, Tallin, 5.-7. septembris, 2010. - 30.-36. lpp.
18. Romagnoli F., Simanovska J., Bažbauers G., Veidenbergs I. Aspects of the Allocation Problem and Boundary Assessment in Life Cycle Assessment of Latvian Pellet Flow Chain // Strengthening Uncertainty Analysis in LCA, Sp nija, Seville, 23.-27. maijs, 2010. - 390.-390. lpp.
19. Romagnoli F., Fraga Sampaio F., Blumberga D. Life Cycle Assessment of Daugavgriva Waste Water Treatment Plant // RTU zin tniskie raksti. 13. s r., Vides un klimata tehnolo ijas. - 3. s j. (2009), 86.-96. lpp.

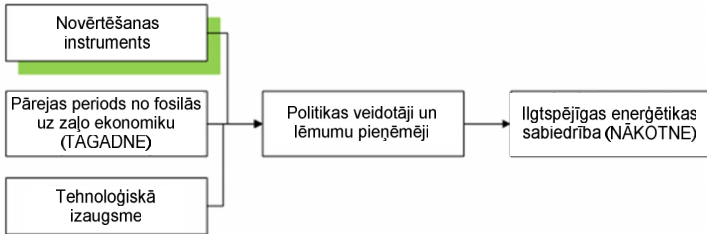
20. Romagnoli F., Blumberga D., Pilicka I. Life Cycle Analysis of Biohydrogen Production in Photosynthesis Processes // Hydrogen Production Technologies, It lija, Turin, 6.-9. oktobris, 2009. - 1.-9. lpp.
21. V gants E., Veidenbergs I., Blumberga D., Romagnoli F. The Potential Cogeneration Thermal Capacity Choice for Heat Source Group // RTU zin tniskie raksti. 13. s r., Vides un klimata tehnolo ijas. - 3. s j. (2009), 119.-128. lpp.
22. Romagnoli F., Rochas C., Žandeckis A. Research of Combustion Efficiency of Pellets // RTU zin tniskie raksti. 13. s r., Vides un klimata tehnolo ijas. - 2. s j. (2009), 65.-75. lpp.
23. Blumberga D., Guš a J., Njakou D., Romagnoli F. Is CO2 Compressing and Piping Environmentally Feasible // RTU zin tniskie raksti. 13. s r., Vides un klimata tehnolo ijas. - 1. s j. (2008), 24.-32. lpp.
24. Blumberga D., Romagnoli F., Žandeckis A. Analysis of Wood Fuel Flow in Latvia // 9th Baltic Economic Forum: Energy Efficiency and Renewables Conference: Forum Documentation, Latvija, R ga, 3.-4. novembris, 2008. - 189.-196. lpp.
25. Blumberga D., Romagnoli F., Roš M., Veidenbergs I., V gants E. Uncertainty Analysis of Primary Resource Savings at Cogeneration // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. - 5. (2008) 33.-40. lpp.

DARBA STRUKTŪRA UN APJOMS

Darbs sast v no ievada, etr m noda m un secin jumiem. Taj ir 162 lappuses, 61 att li, 36 tabulas, k ar bibliogr fija ar 200 literat ras avotiem. Šaj kopsavilkum bibliogr fija nav iek auta.

1. METODOLOĢIJA

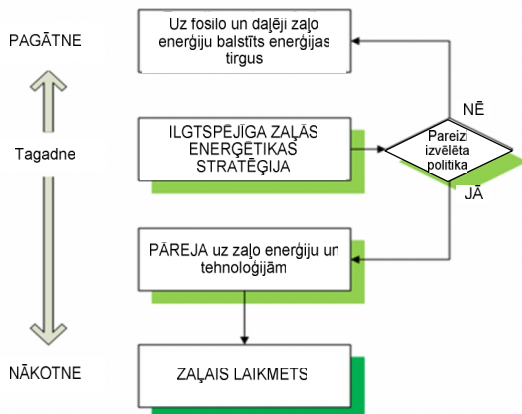
emot v r paredzamo p reju uz p rdomu za s un atjaunojam s ener ijas strat iju, vislab k ener tiskas politikas scen rija izv le ir oti noz m ga, lai veicin tu procesa veiksm gu norisi. 1.1. att l redzams, ka ilgtp j g s za s ener ijas sabiedr bas izveide n kotn ir atkar ga no politikas strat ij m un veida, k politikas veidot jti s steno.



1.1. att. Nov r t šanas instrumenta noz me za s sabiedr bas att st b

Politiskajiem l mumiem ir j b t racion li pamatotiem. Pamatojumu var rast, izmantojot daž dus teor tiskos un prognožu veidošanas instrumentus, t d j di ierobežojot plašo politisko strat iju izv li. Za s ener tiskas sabiedr bas izveide ir m r is, kura sasniegšana ir saist ta ar ilgtp j gu (saglab noteiktas sist mas funkcijas n kamaj m paaudz m) un t du tehnolo iju ieviešanu, kam ir labv l ga ietekme uz vidi (samazin ta ietekme uz vidi).

Pareizas politik s strat ijas stenošana ir noteicošais faktors, lai notiktu p reja uz za o ener iju balst tu sabiedr bu un taktu nodrošin ta ilgtp j ga n kotne (skat t 1.2. att lu). Turpm kaj s noda s ir apskat ti galvenie politiskie instrumenti un iesp jas p rejai uz za s ener ijas sabiedr bu.



1.2. att. P reja uz za u sabiedr bu

Za s ener ijas sist mu var atspogu ot daž d m rog un daž d s telpas un laika skal s. Att st ba “Za laikmeta” virzien ir ilglaic gs process, kas ietver ne tikai ekonomisk s politikas pas kumus, bet ar daž dus citus noz m gus faktoros, piem ram, zemes izmantošanu, iedz vot ju pieaugumu, izejvielu un ener ijas pl smu, cilv ku sadarb bu un uzved bu ilgtsp j bas att st bas stenošanai.

Balstoties uz min tajiem aspektiem, tiek pied v ts algoritms model šanas instrumentam, kurš izveidots, lai izv rtu tu stipr s puses un ietekmi konkr tiem politikas scen rijiem, kas virz ti uz videi drošu atjaunojamo energoresursu izmantošanas att st bu.

Galvenais pied v t s metodolo ijas ieguvums balst s ilgtermi a perspekt v . Tas noz m , - emot v r , ka paredzamo ener ijas pat ri a pieaugumu kompens relat vs ener ijas avotu pieaugums, iesp jams nov rt t politikas strat ijas pozit vo ietekmi uz ener ijas kr jumu sabalans šanu ilgtsp j g un videi droš virzien .

2. DZĪVES CIKLA ANALĪZES (DCA) MODELĒŠANA: INSTRUMENTS BIOENERĢIJAS RAŽOŠANAS UN LIETOŠANAS NOVĒRTEJUMAM

Šaj darb veikti 3 dz ves cikla anal zes (DCA) p t jumi 3 daž diem bioener ijas veidiem: DCA biod ze degvielas izmantošanai apvidus automaš n Latvijas apst kos; DCA biog zes ražošanai no a u substr ta It lij un substr ta Latvij (inform cija no projekta BioWALK4Biofuels©); DCA siltumener ijas ražošanai ar koksnes kurin mo (skaidas, klu i, granulas) darbin m katlu m j .

Katrs DCA objekts šaj darb apl kots sec gos posmos: m r is un darb bas joma, robežu defin šana, funkcion l s vien bas noteikšana un visas sist mas datu kopuma defin šana, ietekmes nov rt jums un rezult tu anal ze atbilstoši ISO standartam 14040-44.

Atbilstoši ISO 14040-44 ieteikumiem model šanai ir izmantota programmat ra Simapro 7.3.2. Dz ves cikla ietekmes nov rt jumam visos veiktajos p t jumos izmantota IMPACT 2002+ metodolo ija.

DCA m r is un darb bas joma - daž du atjaunojam s ener ijas avotu potenci l s ietekmes uz vidi nov rt šana.

2.1 Dz ves cikla anal zes (DCA) modelis biod ze degvielas ražošanai Latvijas kontekst

Atbilstoši ES Atjaunojam s ener ijas direkt vas ilgtsp j bas krit rijiem (2009/28/EC) Latvij rapšu metilesteris (RME) p rsvar tiek uzskat ts par vienu no visv rt g kaj m iesp j m, lai sasniegtu šo m r i.

Š s p t juma da as m r is ir izprast un model t viet jos apst kos no rapša ieg t s biod ze degvielas ietekmi uz vidi. Pirmk rt, ener ijas kult ras tika p t tas, analiz jot to d ze degvielas produktivit tes l meni. Otrk rt, tika emti v r Latvijas klimatiskie apst ki un kultiv šanas r d t ji. Nosl gum tika veikts sal dzin jums ar attiec go fosil s d ze degvielas ietekmi.

2.1.1 M r a un darb bas jomas defin šana

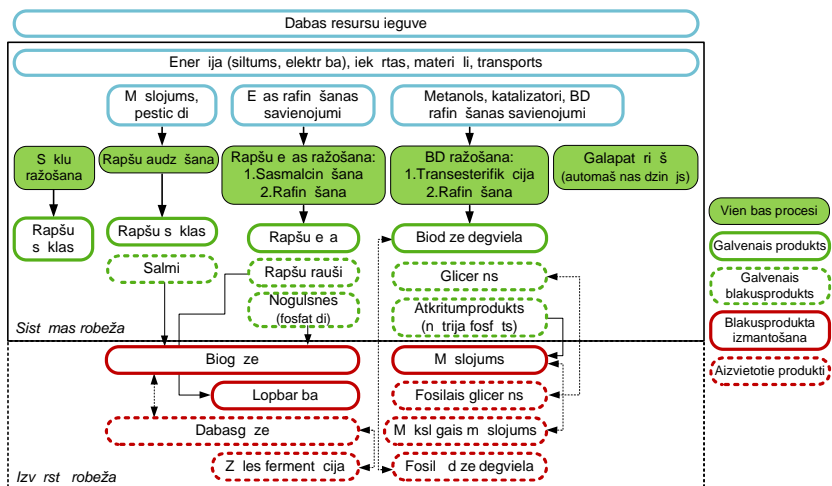
P t juma m r is ir veikt biod ze degvielas ražošanas un izmantošanas pilnu sal dzinošo DCA, lai izp t tu t s ekolo isk s priekšroc bas Latvijas apst kos sal dzin jum ar atbilstošu fosilo degvielu.

Galvenie anal zes m r i: par d t, ka biod ze degvielai ir pozit va energobalance un t ir atjaunojams ener ijas avots (tiek p t ta attiec ba starp saražoto atjaunojamo ener iju un t s ieg šanai pat r to neatjaunojam s ener ijas daudzumu); siltumn cas efekta g zu (SEG) emisiju samazin jums; DCA izmantošana, lai nov rt tu rapšu biod ze degvielas sist mas (B100) dz ves cikla laik rad to ietekmi uz vidi.

Funkcion l vien ba, kas šaj nov rt jum tiek izmantota vis m emisij m un pat ri am, ir automaš nas pikapa pat ri š uz 100 km neasfalt ta ce a. P t t s attiec g ekolo isk viduspunkta ietekmes kategorijas ir kancerog n iedarb ba, respirator ietekme, virszemes ekotoksiskums, aiz emt zemes plat ba, glob l sasilšana un neatjaunojam ener ija. Rezult ti pie m r a parametriem ietekmes kategorij s tiek apl koti ar attiec b uz cilv ka vesel bu, ekosist mas kvalit ti, klimata p rmai m un prim rajiem resursiem.

2.1.2. Sist mas robežas

Katrai ener ijas kult rai simul cij ir emti v r 4 sekojoši posmi: augsnes sagatavošana un audz šana (ieskaitot s klas materi la sagatavošanu); rapšu e as ražošana (ieskaitot rafin šanu); biod ze degvielas ražošana (ieskaitot rafin šanu), galapat ri š (skat. 2.1.att.).



2.1. att. Biod ze degvielas DCA modelis un robežas

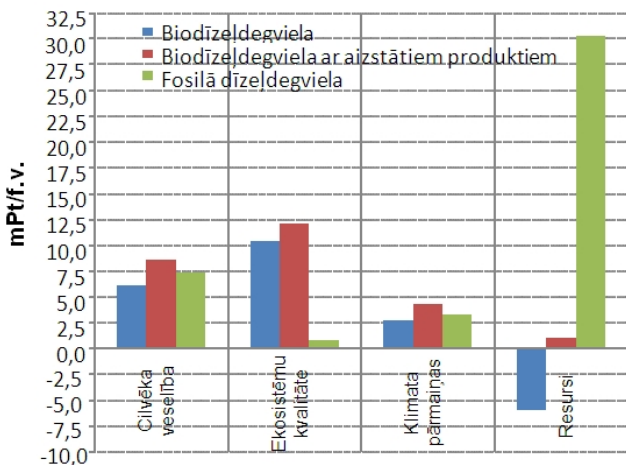
2.1.3. Procesu uzskait jums un apraksts

Sav ktie dati par rapšu audz šanu un biod ze degvielas ražošanu ir balst ti uz starptautiskiem nosac jumiem un Latvijas viet jiem avotiem. Atseviš i datu veidi ir ieg ti no *Ecoinvent 2.1* datub zes un *GEMIS*.

K redzams model , p t jum ir pie emts, ka salmus izmanto, lai ražotu biog zi, s klu raušus lopbar bai, un atkritumu produktus (piem ram, n trija fosf tus) izmanto k m slojumu. Modelis paredz blakusprodukta glicer na rašanos. Šo atkritumu un blakusproduktu izmantošana b tiski palielina visa procesa ekolo isk s priekšroc bas, jo ar tiem tiek aizst ta citu produktu (dabag ze, z les m slojums, fosilais glicer ns) ražošana.

2.1.4. DCA rezult ti

Biod ze degvielas DCA modelis ietver aizst tos produktus. Negat va v rt ba liecina par ekolo isko priekšroc bu. Sal dzinot ar modeli, kur nenotiek produktu aizst šana, k st skaidrs, cik sp c ga ir atkritumu un/vai blakusproduktu atk rtotas izmantošanas ietekme. 2.2. att l redzams ar , ka fosil s d ze degvielas model gandr z 80 % no kop j s ietekmes ir saist ti ar neatjaunojamo ener ijas avotu izmantošanu.



2.2.att. Biod ze degvielas ražošanas galaizn kuma ietekme uz 1 funkcion lo vien bu (f.v.) pa kategorij m [mPt/f.v.]

Lai s ktu l me atz mes anal zi, ener ijas bilanc b tu j veic l dztekus *DCA* stenošanai. Tabul 2.1. redzams ener ijas indikators E_i .

DCA scenārijs	E_i
Biodzīvais degviela	- 0,18
Biodzīvais degviela (nesaistīts)	0,14
Citi avoti	- 1,34 < E_i < 0,64

Kur:

$E_i = MJ_{in} / MJ_{out}$ = enerģijas indikators;

MJ_{in} = pasaules neatjaunojamo energoresursu patēriņš modelī [MJ];

MJ_{out} = biodzīvās degvielas enerģija (pašsiltums) – 37,7 MJ/kg).

DCA rezultāti parāda:

- biodzīvais degviela ir atjaunojams enerģijas avots, kura izmantošanas enerģijas indikators E_i parāda, ka tas ir mazāks par 1; tas pierāda, ka biodzīvās degvielas izmantošana samazina neatjaunojamo enerģijas patēriņu;
- biodzīvās degvielas ietekme uz vidi ir aptuveni 38% mazāka nekā fosilajai dzīvībai. Ēģiptes produkcijas aizstāšana, šādi attiecībā pieaug līdz 67%;
- atkritumu un blakusproduktu izmantošanai ir būtiska loma klimata pārmaiņu un cilvēka veselības kategorijās, lai apgrūtinātu videi būtisku mazāku paredzamo fosilās dzīvīgas DCA modelis;
- fosilās dzīvīgas ietekme uz ekosistēmu kvalitāti, salīdzinot ar biodzīvās degvielas modeli, ir nenozīmīga. Tas ir saistīts ar mājokļa un pesticīdu lietošanu un to ietekmi uz augsni;
- globālās sasilšanas ietekmes kategorija parāda, cik nozīmīga loma vispārējā CO₂ ekvivalenta daudzuma samazināšanā biodzīvās degvielas ražošanas procesā ir produkcijas aizstāšanai. Mūsu modelī šis samazinājums ir aptuveni 15%.

2.2 DCA modelis biogāzes ražošanai no augsnes substrātiem

Pašlaik biogāzes ražošanu galvenokārt notiek jauktu graudaugu anaerobā fermentācijas ceļā, taču joprojām ir nepieciešami substrātu pētījumi, lai atklātu visus iespējamos bioresursus. Jāņem vērā, ka izejvielu avotu tīrība ir būtisks jāvērtē jautājums prasmju iegūšanai, kas nepieciešamas otrās trešās paaudzes biodegvielas tehnoloģiju attīstīšanai.

Viena no iespējamajām biomasas ražošanas izejvielām ir augsnes, no kurām anaerobā procesā var ražot biogāzi.

DCA modelis ir veikt ietekmes uz vidi novērtējumu no augsnes un kūtsliem iegūtas biogāzes izmantošanai siltuma un elektrības ražošanā ko enerģijas stacijā (40 kW) Itālijā un Latvijā apstākļos. Analīze tika veikta, salīdzinot biogāzes ražošanas sistēmu, kas balstīta tikai uz lauksaimniecības substrātu, un tādā sistēmā, kur izmantots tikai fosilais kurināmais – ko enerģijas stacija tiek darbināta ar dabasgāzi.

2.2.1. *M r a un darb bas jomas defin šana*

DCA p t juma m r is un darb bas joma - ietekmes uz vidi nov rt jums j ras makroa u (vai j rasz u) k izejvielas izmantošanai biog zes ražošan un š s biog zes izmantošanai ko ener cijas stacij . P t jum paredz ts identific t t s noz m g ko ietekmi uz vidi (karstos punktus) un noteikt š s ietekmes apm rus. Nov rt jums veikts, sal dzinot ar sist mu, kas balst ta uz dabasg zes izmantošanu, izmantojot to pašu funkcion lo vien bu.

K min ts iepriekš, ir analiz ti divi gad jumi: It lijas apst k os (iek auta ar m jputnu m slu izmantošana – b zes scen rijs Nr.1) un Latvijas apst k os (tiek izmantoti notek de i no notek de u att r šanas iek rt m (NAI) – b zes scen rijs Nr.2).

2.2.2. *Sist mas robežas*

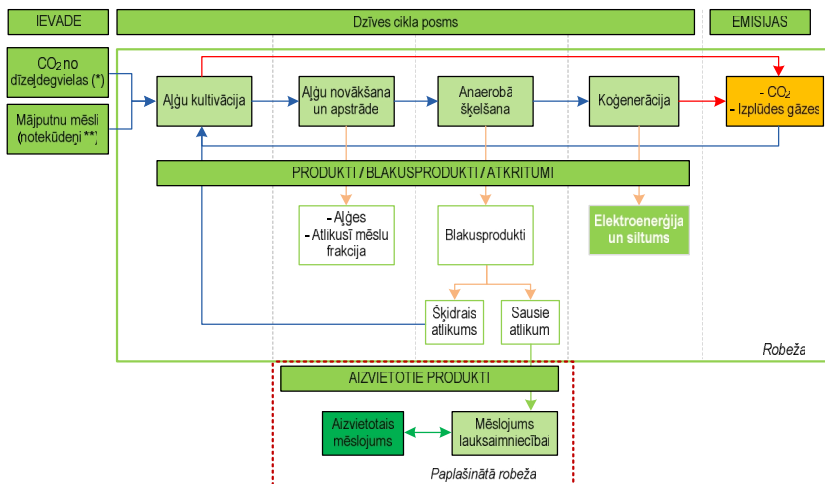
Sist mas funkcija ir siltuma un elektroener ijas ražošana. Sist mas raksturošanai izv l t funkcion l vien ba tika defin ta k kop j vien gad r pn c saražot ener ija, un t ir vien da ar 1,1 TJel un 2,2 TJth.

Š s ražošanas f zes nodrošin šanai nepieciešamais a u daudzums tika noteikts l dz 1729 t/gad (mitr a u masa) b zes scen rij Nr.1 un 803 t/gad (mitr a u masa) b zes scen rij Nr.2.

B zes scen rija Nr.1 sist mas atrašan s vieta (Augusta It lij) ir Dienvideirop , Vidusj ras re ion , un daž du It lijas elektroener ijas ieguves avotu (vid ja sprieguma) dati ir izv l ti no *Simapro* datu b zes.

Vieta b zes scen rijam Nr.2 ir Baltijas j ras re iona teritorij NAI „Daugavgr va” ES-27, daž du elektroener ijas ieguves avotu (vid ja sprieguma) dati ir izv l ti no *Simapro* datu b zes.

Abas sist mas ietver makroa u audz šanas f zi, sav kšanu un apstr di, divpak pju anaerob s ferment cijas vien bas, biog zes pat ri u uz ko ener cijas vien bu, turkl t blakusproduktu p rvald šana ir izteikta k sist mas robežu paplašin šan s. Šaj s sh m s p rvad jumi netiek par d ti, bet tie ir j em v r visos ražošanas posmos (skat. 2.3. att.).



2.3. att. Ražošanas procesu sistmas robežas shematisks att. lojums b. zēs scen. rijam Nr. 1 un b. zēs scen. rijam Nr. 2

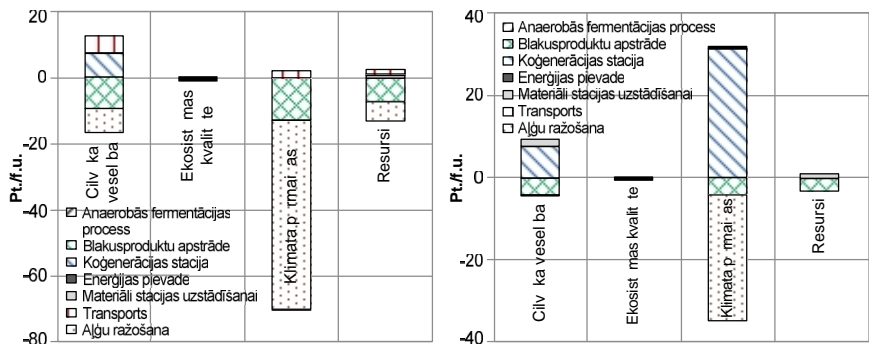
2.2.3. Procesu uzskaitjums un apraksts

Lai analizētu dažādu procesa posmu ietekmi uz vidi, tika veikta šādu procesu stadiju analīze:

- a. u. audzēšana: viss ievadtais un biomasas ražošanas process iekšējais, tostarp ar ekoloģiskā priekšrocības;
- ko enerģijas stacija: izmēši, kas rodas degšanas procesā kombinācijā siltuma un elektroenerģijas ražošanas stacijā;
- enerģijas pievade: tiek ņemta vērā visiem stacijas procesiem un ražošanas des posmiem pievadīt enerģija;
- blakusproduktu pārvaldīšana: ietver ekoloģisko priekšrocību no blakusproduktu atkritotās izmantošanas modeļa paplašinātās robežās (piem., šķidrā digestāta atkritota izmantošana dārzeņu un cietās frakcijas izmantošanā mēslojumam);
- materiāli: visi stacijas celtniecības nepieciešamie materiāli;
- transportēšana.

2.2.4. DCA rezultāti

Rezultāti liecina, ka vislielākais negatīvais ietekmes potenciāls (neņemot vērā priekšrocības) scenārijam Nr.1 ir cilvēka veselības kategorijā (70% no visas ietekmes) un scenārijam Nr.2 klimata pārmaiņu kategorijā (75% no visas ietekmes) (skat. 2.4. attēlu).



2.4. att. Galaizn kuma ietekmes nov rt jums pa kategorij m (piem., ekoprofils) [Pt/f.v.] - b zes scen rijs Nr.1 un b zes scen rijs Nr.2

Abos scen rijos ietekme uz vidi ir tieši saist ta ar ko ener cijas procesa emisij m, kas netiek reintegr tas sist m . Tos var uzskat t par abu mode u „karstajiem punktiem”. Scen riji atš iras ar to, ka scen rij Nr.2 ko ener cijas stacijas sist m emisijas a u audz šanai var atk rtoti izmantot tikai laika period no maija 1 dz oktobrim. Visnev lam kais process no ekolo isk viedok a ir ko ener cija (65 % no kop j s ietekmes uz vidi scen rij Nr.1 un 92 % scen rij Nr.2).

Procesa blakusproduktu izmantošana m slojumam un CO₂ fiks cija a u biomass abos scen rijos rada ieguvumu videi cilv ka vesel bas kategorij . Visliel k s ekolo isk s priekšroc bas ir saist tas ar klimata p rmai m, kur a u audz šana un blakusproduktu p rvald šana ir attiec gi 82 % un 12 % no kop j s pozit v s ietekmes uz vidi scen rij Nr.1 un 88 % un 12 % - scen rij Nr.2.

Procesa galven ekolo isk priekšroc ba ir saist ta ar blakusproduktu izmantošanu (aptuveni 29 % no kop j s ietekmes scen rij Nr.2 un 26 % - scen rij Nr.2) un a u audz šanu (aptuveni 71 % no kop j s ietekmes scen rij Nr.1 un 74 % scen rij Nr. 2).

Lai veiktu l me atz mes anal zi, l dztekus DCA b tu j veic energobalance. Tabul Nr.2.2. par d ts indikators E_i.

2.2. tabula
Ener ijas indikators

DCA scen rijs	E _i
B zes scen rijs Nr.1	0,06*
B zes scen rijs Nr. 2	0,13*
Citi p t jumi	0,10 < E _i < 0,48

Kur:

MJ_{in} = pasaules neatjaunojamo energoresursu patriš model [MJ];

MJ_{out} = biogzes enerģija (patn j siltumsp ja – 23 MJ/m³);

$E_i = MJ_{in} / MJ_{out}$ = energoindikator.

Lai noteiktu daždu ievadparametru un piemumu ietekmi uz bzes scenriju Nr. 2 rezultiem ietekmes kategorijās, tika veikta sistēmas jutīguma analīze. Jūtīguma analīze parāda, ka vidējais temperatūras izmaiņas 5% robežs (samazināšanās par aptuveni 1⁰ C) biomasas ražošanas procesā nesapalēlina negatīvo ietekmi uz vidi par 6%. Tas nozīmē, ka sistēma nav jutīga pret temperatūras izmaiņām pat tad, ja tsvērtība ir nedaudz zemka vai tuva temperatūrai, pie kuras mainās jutīgums. Vēl jūtīguma analīzē būtiski ietver transporta, biogzes ieguves apjomus, blakusproduktu pārvaldīšanu un elektrotīrīšanas izmantojumus.

DCA pierāda, ka:

- makroaizdevumu uzskatīt par neatjaunojamu energoresursu (pamatojoties uz energoindikatoru, kurā svērtība ir mazāka par 1 un *DCA* ekoprofilsalīdzinājumu ar atskaites sistēmu, kurā izmanto dabasgāzi);
- izmantojot makroaizdevumu, iespējams sasniegt ievērojamu SEG emisiju samazinājumu, tomēr to ietekme ir nenoteikta un var mainīties;
- makroaizdevumu vietējās enerģijas avotu var uzskatīt par ilgtspējīgu. Lai pilnībā izpildītu vietējās resursu izmantošanas un tirgus pieprasījuma potenciālu, nepieciešama tālā analīze;
- galvenās vides problēmas saistībā ar procesa ilgtspējību rada plātība, ko aizņem sistēma, uzturvielu pieejamība – slāpekļa bzesbarības vielas ir ierobežots vietējais resurss, mijiedarbība ar citām jras dzīvības formām, gāzveida emisijas, organisko vielu nogulšņu savākšana;
- citi ietekmes uz vidi aspekti: vietējās sugu izmantošana, lai netiktu izjauktas vietējās ekosistēmas, monokultūras ekosistēmas izplešanās risks (slīmību izplatība), eutrofikācijas risks, pieaugoša daudzumam, akvokultūru integrācijas ekoloģiskā priekšrocība.

2.3 DCA modelis siltumenerģijas ražošanai ar koksnes kurināmo darbināms katlumiem

Mēs dienā meža zemes Latvijā aizņem 52% no kopējās zemes platības, kas ir par 2% vairāk nekā bija pirms desmit gadiem. Tāpēc mežus var uzskatīt par nozīmīgu izejvielu avotu enerģijas ražošanai, vienlaikus enerģitika vajadzībām izmantojamās koksnes biomasas pieaugumam jānoskaidro ar ilgtspējības kritērijiem. Šā *DCA* pētījumā risinās koksnes kurināms katlumu un dabasgāzes katlumu ietekmes uz vidi izvērtēšana un salīdzināšana centralizētās apkures sistēmās, izmantojot *DCA* metodoloģiju.

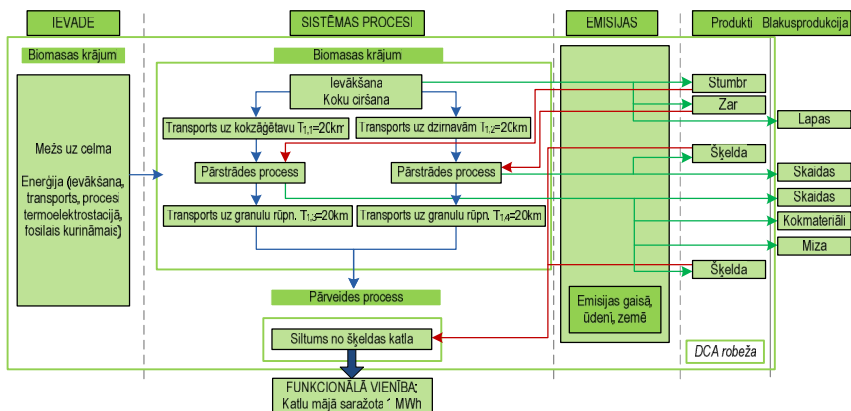
2.3.1. M r a un darb as jomas defin šana

DCA p t juma m r is un darb as joma - nov rt t iesp jamo ietekmi uz vidi koksnes kurin m izmantošanai siltumener ijas ražošan daž d s katlu m ju sist m s. P t jum paredz ts identific t t s noz m g ko ietekmi uz vidi (karstos punktus) un noteikt š s ietekmes apm rus. Nov rt jums veikts, sal dzinot ar sist mu, kas balst ta uz dabasg zes izmantošanu, izmantojot to pašu funkcion lo vien bu. Rezult tu interpret cija ir paredz ta, lai kvantitat vi raksturotu priekšroc bas un negat v s ietekmes draudus, ko rada koksnes biomasas k atjaunojam s ener ijas avota izmantošana. Sist mas uzdevums ir rad t siltumener iju, t p c sist mas raksturošanai izv l t funkcion l vien ba tika defin ta k 1 MWh saražot s siltumener ijas vien gad attiec gaj katlu m j .

Atkar b no katlu m jas efektivit tes, izmantot koksnes biomasas veida, mitruma satura un paredz t sav kšanas veida katrai sist mai ir noteikts nepieciešamais biomasas apjoms. Visi ietekmes nov rt juma rezult ti un daž die scen riji tiek sal dzin ti, pamatojoties uz pie emto funkcion lu vien bu.

2.3.2. Sist mas robežas

P t jum apkopoti š di scen riji: katlu m jas sist ma, kur izmanto kokskaidas (š eldu) – b zes scen rijs Nr.1 (BS1) (skat. 2.5. att.), katlu m jas sist ma, kur izmanto koka klu us – b zes scen rijs Nr.2 (BS2), katlu m jas sist ma, kur izmanto koksnes granulas – b zes scen rijs Nr.3 (BS3), katlu m jas sist ma, kur izmanto dabasg zi – references scen rijs Nr.4 (RF4) jeb atskaites sist ma rezult tu sal dzin šanai.



2.5. att. DCA sist mas robežas scen rijam BS1

2.3.3. *Procesu uzskait jums un apraksts*

Uz koksnes kurin m izmantošanu balst t scen rija darb ba s kas ar koksnes sav kšanu mežaudz s un beidzas ar ener ijas p rveidošanu apkures iek rt s (tostarp pelnu apglab šanu). Koki tiek nocirsti ar mežistr des tehniku (harvesteri – forvarderi). Galvenie cirtes produkti ir stumbri ar mizu, koksnes atlikumi, zari un lapas. Visa mežistr des tehnika izmanto fosilo d ze degvielu.

Atkar b no scen rija stumbri un citi koksnes atlikumi tiek transport ti ar harvesteru – forvarderu tieši uz meža p rstr des punktu.

No š punkta koksnes produkti v l k tiek transport ti ar kravas automobili, kura maksim l kravnes ba ir 32 tonnas (EURO 3 emisijas tips) uz z tavu vai š eldošanu, lai tos t l k apstr d tu (k tas ir granulu ražošan).

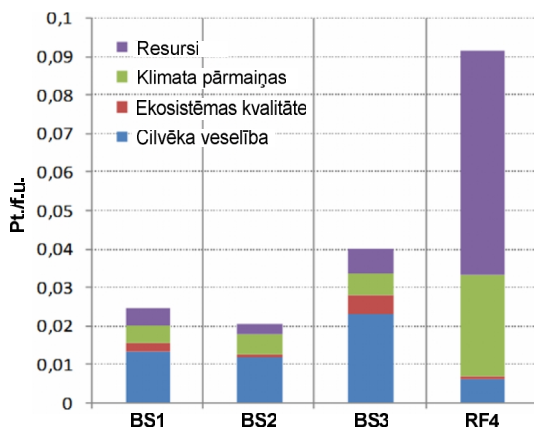
B zes scen rija Nr.2 gad jum koksne no meža p rstr des punkta tiek s t ta tieši uz katlu m ju, kur t tiek sadedzin ta.

Transport šanas att lums tiek uzskat ts par jut gu parametru, t k ir sarež ti noteikt fiks tu vid jo sist mas v rt bu, jo apg des sist ma main s atkar b no izv l t koksnes kurin m pieg d t ja. T d j di jut guma anal ze notiek darb bas gait .

2.3.4. *Dz ves cikla anal zes rezult ti*

2.6. att ls sniedz biomasas un dabasg zes scen rijus sal dzinošu diagrammu, par dot to galarezult ta ekolo isko kait jum u, kas izteikts punktos (PT) uz vienu funkcio lo vien bu, pa kategorij m: resursi, klimata p rmai as, ekosist mu kvalit te un cilv ka vesel ba.

Dabasg zes scen rija rad tais vides slogs ir vair k saist ts ar resursu izmantošanu un klimata p rmai m. Š s kategorijas veido 90 % no kop j s ietekmes. Š da situ cija radusies neatjaunojamo ener ijas avotu - fosilo resursu izmantošanas d . Tom r sal dzin jum ar analiz tajiem biomasas degviel as veidiem dabasg zes scen rij s uzr da maz ku ietekmi ekosist mu kvalit tes un cilv ka vesel bas kategorij s. To var tu skaidrot ar liel ku ietekmi uz ekosist mu kvalit ti, ko rada liel ka izmantot s zemes plat ba un augst ks biolo isk s daudzveid bas zudums ar biomasu saist tajos scen rijos. Biomasas scen riju lielo ietekmi uz cilv ka vesel bu var tu skaidrot ar to, ka t s emisijas, kuru apjoms ir maz ks, ir gaistoš s g zes (t.i., VOC), SO_x un NO_x, nevis siltumn cas efekta g zu emisijas. Koksnes izmantošanas gad jum vismaz k ietekme ir koka klu u izmantošanai, visliel k – koka granul m. Tas, galvenok rt, saist ts ar to, ka BS2 paredz ta s ka pieg des de ar relat vi mazu neatjaunojamo resursu pat ri u.



2.6.att. Trīs bāzes scenāriju (BS1, BS2, BS3) un atskaites scenārija (RF4) salīdzinājums

Šīs DCA rezultāti parāda scenāriju relatīvo ietekmi uz vidi „no šķūļa līdz kapam”, novērtējot dzīvības cikla sistēmas, kas siltumenerģijas ražošanai Latvijas katluma jēgā izmanto no biomasas iegūtu degvielu. Ērtot vairākas dabasgāzes lielo patvaru Latvijas siltumenerģijas ražošanā, salīdzinājumam katluma atskaites sistēma tika izmantota uz šo resursu balstītā sistēma.

Tā kā uzmanība vērsta galvenokārt uz analīzi to sistēmu relatīvo ietekmi uz vidi, koksnes biomasas izmantošana analīzi to scenāriju ietvaros ir apsvērtā vairāku konservatīvā veidā, neizslēdzot tādā pašā saražotās siltumenerģijas daudzumu atskaites scenārijā, kur izmantota dabasgāze, pamatojoties uz scenāriju, kur izmantotas tipiska DCA aizvietošanas balstītās metodes.

Rezultāti parāda uzmežsaimniecības balstītās enerģijas sistēmas starpdisciplināro un komplekso dabu, kas atspoguļo specifiskas teritorijas izvēles, vietējās klimata apstākļu un mežsaimniecības prakses, kā arī enerģijas pārvēides tehnoloģijas ietekmi uz vidi sistēmas analīzes „no šķūļa līdz kapam” aspektā. Salīdzinot ar biomasas scenārijiem, atskaites scenārijā novērojams, ka dabasgāze rada divkārt lielāku ietekmi uz vidi nekā koka granulas (bāzes scenārijs Nr.3), kur mēsavukārt ir vislielākā ietekme no visiem koksnes izmantošanas scenārijiem.

Vislielākais vides slogs visiem biomasas scenārijiem (1-3) ir cilvēka veselības kategorijā. Tas veido aptuveni 59% no kopējās ietekmes katram koksnes kurināmajam veidam. Tas ir saistīts ar pašu kurināmo galapatēriņa (sadedzinātā katluma jēgā) atbrīvoto emisiju sastāvu, vispirms ar pašcietajam daļiņām. Salīdzinājumam, dabasgāzes scenārija ietekme uz cilvēka veselību ir mazāka par 10% no kopējās ietekmes.

Bāzes scenārija Nr.1 ir apskatītā sistēma, kur izmanto koksnes šķeldu. Tam ir vismazākā ietekme klimata pārmaiņu kategorijā, kas bija pētījuma pamatjautājums. Šim scenārijam apskatītā gan kopējā, gan atsevišķi uz dzīvības cikla

posmu ietekme uz vidi (32 % ražošanas posm , 35 % - transporta un 33 % galaizmantošanas posm). Šie aspekti dod liel ku r c bas br v bu koksnes kurin m izmantošan , padarot šo kurin mo par interesantu un ilgtsp j gu iesp ju ener ijas ražošanai n kotn .

Koksnes klu u (b zes scen rijs Nr.2) v jais punkts, sal dzinot ar citiem uz koksni balst tajiem scen rijiem, ir klimata p rmai u kategorija. Lai ar liel k da a no t ietekmes uz vidi notiek galapat ri a stadij (49 %), koka klu iem ir otr liel k ietekme klimata p rmai u kategorij , visliel k ietekme ir koksnes granul m.

2.4 Veikto DCA kop gie aspekti

Tr s dz ves cikla anal zes p t jumi va saprast, cik komplic ts ir ietekmes uz vidi nov rt šanas process, izmantojot „no š pu a l dz kapam” metodolo iju. Šie aspekti atspogu ojas neviendab g un unik l ietekmju kopum , kas katram konkr tajam bioener ijas veidam pamat ir atkar gs no daudziem main gajiem lielumiem.

Ietekmes uz vidi noteikšana ir sarež ts process, jo t ir atkar ga no daž du apst k u kombin cijas: izejvielu izv les, apstr des veida, kurin m un degvielas izv les, izmantoto tehnolo iju l me a un veida, transport šanas att lumjiem, raž guma, galapat ri a tehnolo iskajiem risin jumiem un izv l t ietekmes uz vidi nov rt šanas veida.

Saist b ar bioener ijas žu vides ilgtsp j bu var secin t, ka vis m dz ves cikla f z m j b t skaidri defin t m un t s j em v r , izv loties priekšpl na un fona DCA sist mas, jo visp r j ilgtsp ja ir atkar ga nevis no atseviš m dz ves cikla f z m, bet to kombin cijas. Bioener ija ne vienm r noz m ilgtsp j gu ener iju. Šajos p t jumos noteikt ietekme uz vidi „no š pu a l dz kapam” nav atbilstoša ilgtsp j bas krit rijiem.

No iepriekšmin t varam secin t, ka DCA rezult ti b s v r t ga pal dz ba valsts un priv taj m ieinteres taj m pus m un l mumu pie m jiem, izv loties izdev g ko bioener ijas un biotehnolo ijas veidu. DCA metodolo ijai var b t noz m ga loma ekoefektivit tes celšan , kas novestu pie tr kas bioener ijas integr cijas kop j ener ijas tirg . Izv loties veicin t konkr tus bioener ijas veidus, j em v r , ka šai izv lei b s ar soci l s un ekonomisk s sekas.

T p c ieteicams izmantot DCA kop ar klasiskajiem ener tikas pl nošanas r kiem, kas aprakst ti pirmaj noda , vislab k - hibr da tipa ener tikas pl nošanas r ku. Šis secin jums faktiski ir galvenais izejas punkts, izmantojot ener ijas pl nošanai „balt s kastes” model šanu (piem ram, sist mu dinamikas metodiku), ko papildina DCA metodolo ijas vides aspekti.

3. SISTĒMU DINAMIKA: BIOENERĢIJAS POLITIKAS ĪSTENOŠANAS NOVĒRTĒJUMA INSTRUMENTS

Šaj darba da ir izmantota sist mu dinamikas (SD) model šana. Taj apskat ts re ls gad jums – atjaunojam s ener ijas izmantošanas veicin šanai

paredz to politikas instrumentu ietekme uz Latvijas siltumapgades sektoru un t strukturu. Modelētas ar ES Emisiju tirdzniecības shēmas (ETS) mehānismu un visas sistēmas ietekmes uz vidi atbilstu ilgtermiņa kritērijiem.

SD modeļa vispārīgā iezīme ir:

- meklēt alternatīvas un mehānismus Latvijas atjaunojamās enerģijas politikas mērķu īstenošanai, pieņemot dabasgāzes un koksnes kurināmo izmantošanu centrālās apkures sistēmās;
- novērtēt šāpas rejas ietekmi uz meža resursu ilgtermiņu.

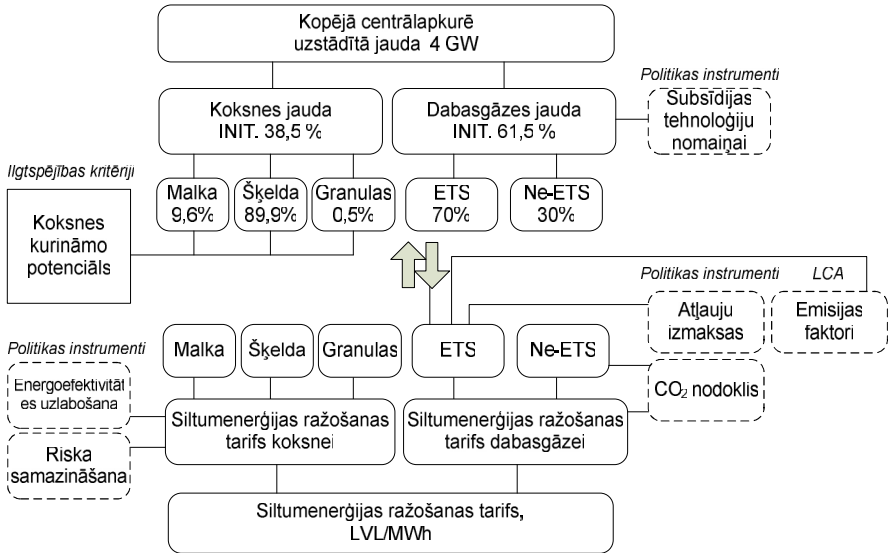
Nodaļā veikta Latvijas centralizētās apkures sistēmas attīstības analīze, trīs dažādu politikas instrumentu ietekmē. Pašreizējais modelis ir analizēts sistēmas ilgtermiņa novērtējumam saistībā ar meža resursiem. Modeļa rezultāti faktiski pierāda, ka, izmantojot un apsaimniekojot meža biomasu atbilstoši ilgtermiņa kritērijiem, koksnes kurināmo pieprasījuma pieaugumu centrālās apkures sistēmās ir iespējams kompensēt, pieaugot AER atbalsta politikai.

Modeļa galveno struktūru veido divas enerģijas plūsmas no diviem galvenajiem enerģijas avotiem, kuri tiek izmantoti centrālās apkures iekārtai Latvijā: koksnes kurināmo (šaldas, granulā un biomasā) un dabasgāzi. Kurināmo sadalīti regulā „uzstādīto jaudu” centrālās apkures iekārtām, kas atspoguļo konkrēta siltumenerģijas daudzuma nodrošināšanai nepieciešamo kapacitāti. Šis modelis ir orientēts uz centralizētās apkures sistēmas katluma, un atskaitē ir pieņemts, ka Latvijas centrālās apkures sistēmās uzstādīt kopējā atskaites kapacitāte ir 4 GW (skat. 3.1. att.). Šāvērtība modelī laika gaitā paliek nemainīga. Mainīgais parametrs ir trīs veidu koksnes kurināmo un dabasgāzes sadalījums.

Gan koksnes kurināmo, gan dabasgāzes plūsmas ir sadalītas apakšplūsmās. Koksnes kurināmo plūsmā iedalīta trīs apakšplūsmas: koka biomasā, šaldas un granulā. Dabasgāzes plūsmā iedalīta divas apakšplūsmas, sadalot visas dabasgāzes operatorus divās grupās, – tajos, kuri piedalās ES Emisiju kvotu tirdzniecības sistēmā (ETS), (veido 70 %) un tajos, kuri nepiedalās ES ETS (30 %).

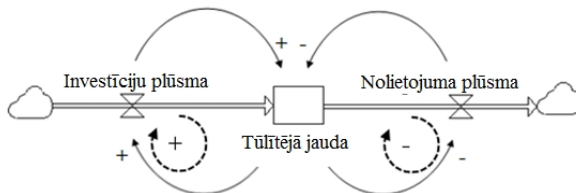
Kurināmo saražo vērējamā parādā reālā kurināmo sadales situācijā un ir atkarīga no kopējā saražotās enerģijas daudzuma (8000GWh), emotvērē, ka apkures sistēma darbojas 2000 stundas gadā.

Modelis analizē kurināmo sadalījumu un centrālās apkures siltumenerģijas tarifus laika gaitā dažādu politikas instrumentu darbības ietekmē. Šie divi parametri ir mainīgi modelēšanas laikā (no 2010. līdz 2050. gadam). Izvēlētais simulācijas laika solis ir viens gads, kopā jais simulācijas periods ir 40 gadi, sākot no 2010. gada.



3.1. att. Mode a struktūra

Ir pieņemts, ka galvenais rādītājs, kas nosaka kurināmo struktūru centralizējot apkuri, ir iekrātā jauda, kuras izmanto fosilo kurināmo vai atjaunojamās enerģijas avotus, lai ražotu siltuma enerģiju (uzstādītā jauda). Tādējādi mode a galvenie elementi identificēti kā uzkrājumi, kas par daļu koksnes kurināmo tehnoloģiju uzstādītā jaudu (izmantojot trīs veidu kurināmo: šķeldu, granulas un malku) un dabaszgāzes tehnoloģiju uzstādītā jaudu. Uzstādītā iekrātā jaudu ietekmē divi faktori: investīcijas un iekrātā nolietojums laikā. Tādējādi katrā uzstādītās jaudas „krātuve” ir savienota ar diviem plūsmām: ieejošo plūsmu un izejošo plūsmu (skat. 3.2. att.). Ir pieņemts, ka kopējā uzstādītā jauda paliek laikā nemainīga (4GW).



3.2. att. Uzkrājuma plūsmas diagramma par daļēji sakarbu starp iekrātā kopējo jaudu un investīciju un nolietojuma plūsmām

Jo liel ka jauda, jo liel ka k st invest ciju pl sma (pozit vais cikls). Ta u l dz ar jaudas palielin šanos palielin s ar iek rtu nolietojums, kas samazina uzst d to jaudu (pret jais, negat vais cikls). Š di notiek mode a centr l s da s darb ba.

Modelis apr ina siltuma tarifu siltumener ijas ražošanai. Ener ijas ražošanas tarifi katram koksnes kurin m veidam uzst d tajai jaudai tiek apr in ti, emot v r kurin m izmaksas (balst tas uz koksnes kurin m cenu, katlum jas efektivit ti un zem ko siltumsp ju), fiks t s izmaksas (darb bas un uztur šanas izmaksas), invest ciju izmaksas (balst tas uz s kotn j kapit la izmaks m un iekš jo procentu likmi), riska faktoru (riska faktors samazin s, kad, stenojot daž dus politikas pas kumus, tiek uzkr ta pieredze), izmaksu samazin jumu, pateicoties ETS kvotu p rdošanai, k ar to, vai dabasg zes operators p riet uz koksnes kurin mo.

Uzst d to jaudu ietekm ener ijas ražošanas tarifi. Tie savuk rt atkar gi no kurin m cenas un kvalit tes, invest cij m tehnolo j s un to uztur šanas izmaks m un ražošanas efektivit tes. Siltumener ijas ražošanas tarifus (LVL/MWh) pied v taj sist mu dinamikas model var analiz t, izmantojot zem k redzam s formulas, kas piem rotas attiec gi ar koksnes kurin mo un dabasg zi darbin m m iek rt m:

$$T_i = \frac{C_i^{wood}}{Q_i \cdot y_i} + C_K^O + \frac{C_i^{cap} \cdot 10^3}{T_{H,i}} \cdot \left(i + \frac{1}{\ddagger_i^{ref}}\right) + R - (C_{quotas} - C_i^{invest}) \quad (1)$$

Kur:

$T_{H,i}$ = koksnes kurin m siltumener ijas tarifs, *LVL/MWh*;

C_i^{wood} = koksnes kurin ma cena, *LVL/t*;

C_i^{cap} = kapit l s izmaksas, *LVL/MW*;

C_K^O = darb bas un uztur šanas izmaksas, *LVL/MWh*;

$T_{H,i}$ = apkures sezonas ilgums, *h/gad* ;

i = uz koksni balst to iek rtu efektivit te;

\ddagger_i^{ref} = ekonomiskais kalpošanas laiks, *gadi (s kotn j v rt ba 20 gadi)*;

Q_i = zem k koksnes kurin m siltumsp ja, *MWh/t*;

i = gada procentu likme, *%/gad = 9%*;

R = riska faktors, *LVL/MWh (s kotn j v rt ba = 12,9 LVL/MWh)*;

C_{quotas} = ien kumi no emisiju kvotu p rdošanas, kas rodas, p rejot uz koksnes kurin mo, *LVL/MWh*;

C_i^{invest} = papildu invest cijas, kas nepieciešamas p rejai no dabasg zes uz koksnes tehnolo j m, *LVL/MWh*.

$$T_j = \frac{C_{NG}^j}{Q_j \cdot y_{NG}} + C_{NG}^O + \frac{C_{NG}^{cap} \cdot 10^3}{T_{H,j}} \cdot \left(i + \frac{1}{\dagger_{NG}^{ref}}\right) + C_{CO2,j} \quad (2)$$

Kur:

T_j = dabasg zes siltumener ijas tarifs, *LVL/MWh*;

C_{NG}^j = dabasg zes kurin m cena, *LVL/1000 m_{st}³*;

C_{NG}^{cap} = kapit l s izmaksas, *LVL/MW*;

C_{NG}^O = darb bas un uztur šanas izmaksas, *LVL/MWh*;

NG = dabasg zes iek rtu efektivit te;

NG^{ref} = ekonomiskais kalpošanas laiks, *gadi (s kotn j v rt ba 20 gadi)*;

Q_j = dabasg zes kurin m zem k siltumsp ja, *MWh/t*;

i = gada procentu likme, *%/gad = 9%*;

$C_{CO2,j}$ = *CO₂ nodoklis LVL/MWh (operatoriem, kas neiek aujas ETS), CO₂ kvotu ieg de, LVL/MWh (operatoriem, kas darbojas ETS).*

Invest ciju da a, kas model ir tieši saist ta ar siltuma ražošanas tarifu katrai uzst d tajai jaudai, ir elements, kas par da invest ciju sadal jumu un ir atkar gs no faktora , kas saukts ar par lo istisko funkciju - (v rt bas starp 0 un 1). Tas raksturo l mumu pie m ja izv li starp koksnes kurin mo un dabasg zi.

Invest ciju da a par d ta šaj formul :

$$I_i^S = \frac{e^{-r \cdot T_i}}{e^{-r \cdot T_1} + e^{-r \cdot T_2} + \dots + e^{-r \cdot T_{i-1}} + e^{-r \cdot T_i}} \quad (3)$$

Kur:

I_i^S = invest ciju da a vienai uzst d t s jaudas vien bai (koka granulas, š elda, malka, dabasg ze ETS un dabasg ze rpus ETS);

= l mumu pie m ju izv les koeficients = 0,2;

T_i = kurin m tarifi (ener ijas ražošanai no koksnes un dabasg zes), *LVL/MWh*.

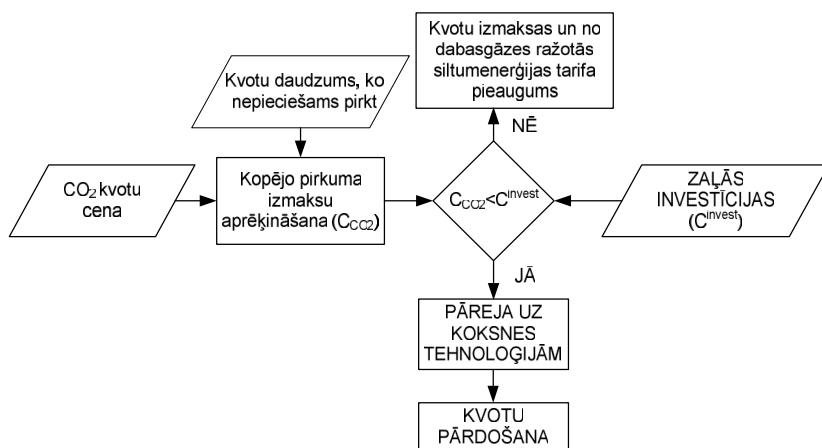
Pied v taj sist mu dinamikas model tika analiz ta etru daž du politikas instrumentu un to kombin ciju ietekme. Kopum tika analiz ti 16 scen riji, emot v r š dus politikas instrumentus:

- subs dijas – politikas instruments, kas nodrošina subs dijas centraliz t s siltumapg des ražot jiem dabasg zes iek rtu aizst šanai ar koksnes apkures katliem (apz m ts k instruments P_S);
- riska samazin šana – politikas instruments, kas ietver stermi a kampa u s kumstadij , kompens jot ar p reju uz koksnes kurin m izmantošanu saist tos riskus. Š politikas instrumenta m r is ir iedrošin t sabiedr bu izv l ties koksnes kurin m tehnolo ijas. Tas izmanto daž dus m rketingu un

atbalsta pasākumus, lai izplatītu informāciju par pozitīvo pieredzi, pabeidzot uz koksnes kurināmo (apzīmējums – instruments P_R);

- efektivitātes uzlabošana – politikas instruments, kur ietilpst pasākumi koksnes kurināmo izmantošanas efektivitātes celšanai (apzīmējums – instruments P);
- emisiju kvotu tirdzniecība un CO_2 nodoklis - politikas instruments, kas darbojas pēc principa „pirmais maks”. Dabāsgāzes operatori, kas piedalās emisiju kvotu tirdzniecības sistēmā, var nopirkt emisiju atļaujas, kamēr dabāsgāzes operatori, kas nepiedalās ETS, jāmaksā CO_2 nodoklis (apzīmējums – instruments P_{ETS}).

ETS stenošanas specifiskā ietekme ir iekavāta modelī, balstoties uz pieņēmumu, ka centrālās koksnes operatori pērk dabāsgāzes uz koksnes iekavāto mērd, kad emisiju atļauju izmaksas kļūst augstākas par izmaksām, ko radīs investīcijas SEG izmešu samazināšanas pasākumos. Šajā gadījumā par SEG samazināšanas pasākumu tiek uzskatīta pēreja uz koksnes kurināmo tehnoloģiju.

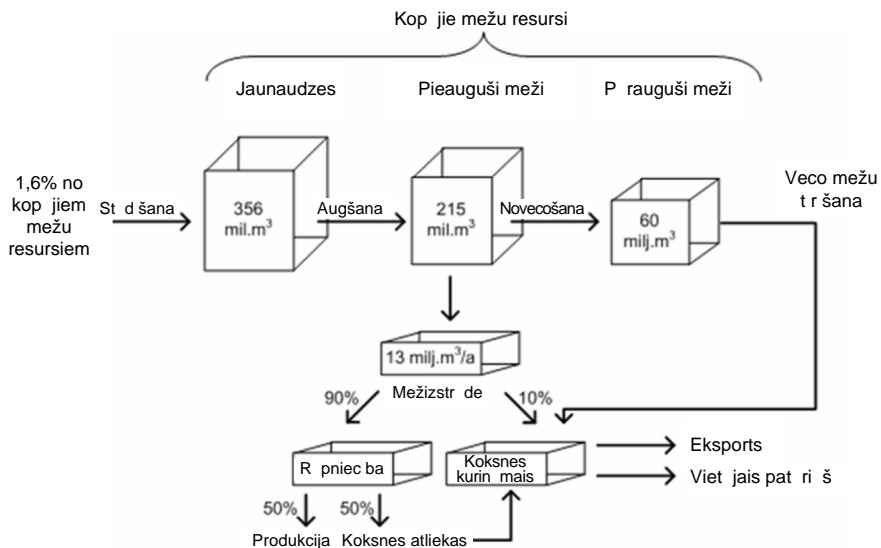


3.3. att. ETS algoritms

Lai noteiktu, kad dabāsgāzes operatoriem ETS ir izdevīgā investīcija pēreji uz koksnes kurināmo tehnoloģiju, SD modelī tika stenots 3.3. attēlā redzamais algoritms.

Mehānisms tika stenots zemāk redzamajā konkrētā modeļa shēmā (skat. 3.4. att.).

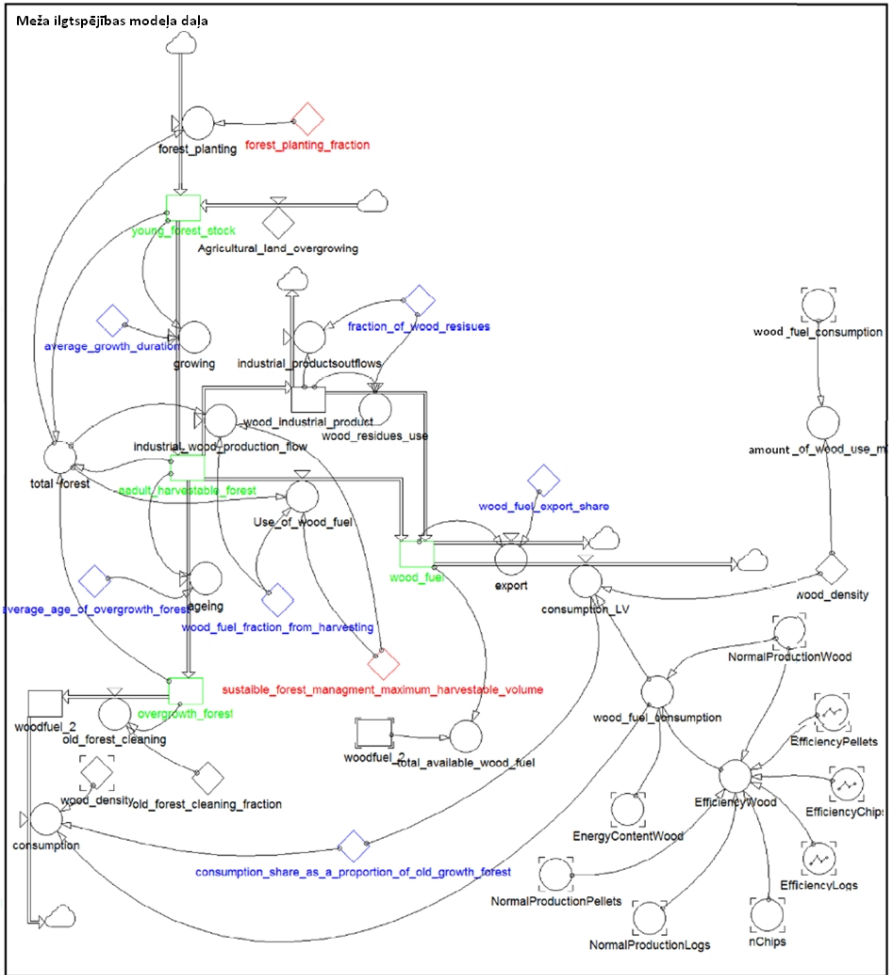
mežu fonda Latvijā. Pie šīs daļas vrtības tiek ievēroti ilgspējīgās meža apsaimniekošanas kritēriji. Meža stādīšanas faktors (saskaņā ar pieņemto vienotās ar 1,6% no kopējās mežu fonda) ir jutīgais un svarīgais parametrs, lai nodrošinātu ilgspējīgu koksnes enerģijas resursu jomā.



3.5. att. Koksnes kurināmā iespējamo aprīnu modu un struktūru

Kopjais koksnes kurināmā fonds sastāv no trim kokmateriālu plūsmām, kas ienāk no meža apstrādes, kokapstrādes, mežizstrādes un aizaugušo mežu apsaimniekošanas.

3.6. att. Līdzspoguļotā daļa no modeļa, kas attiecas uz mežsaimniecības dinamiku.



3.6.att. Ls. Meža ilgtspējības modeļa daļa

4. ATJAUNOJAMO ENERĢORESURSU IZMANTOŠANA LATVIJAS CENTRĀLAPKURĒ. REZULTĀTI UN MODEĻA APROBĀCIJA

Analizētās scenārijā daudzu uz Latvijas centralizētās siltumapgādes sistēmas katluma saražoto siltumu vārstu politikas pasākumu kopuma ierīkošana apkopotā 4.1. tabulā, kur redzamas visas iespējamās piedāvātās politikas instrumentu kombinācijas. Kopumā tika salīdzināti 16 scenāriji, sākot no bāzes scenārija („ierastā rīcība”), kur netiek stenots neviens no politikas pasākumiem, līdz scenārijam Nr.16 (jeb „trīs zī” scenārijam), kur ir stenoti visi iespējamie

politikas pasākumi. Politikas instrumentu P_S , P_R , P , P_{ETS} stenošana tabulā ir parādīta ar vertikālu līniju.

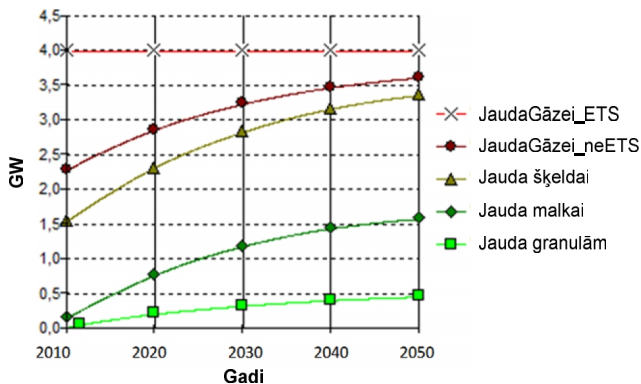
4.1. tabula
Politikas instrumenti

Scenārijs	Politikas instruments			
	P_S	P_R	P	P_{ETS}
1. Bez scenārija („ierastā situācija”) – netiek izmantoti politiskie instrumenti – (BSI)	0	0	0	0
2. Tikai subsīdijas	1	0	0	0
3. Tikai riska samazināšanas pasākumi, izmantojot informatīvo kampaņu – (CI_best)	0	1	0	0
4. Tikai koksnes kurinām tehnoloģiju energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi	0	0	1	
5. Tikai emisiju kvotu tirdzniecības mehānismu izmantošana (CI_ETTS)	0	0	0	1
6. Politikas instrumentu kombinācija Nr.1 – (C2_best)	1	1	0	0
7. Politikas instrumentu kombinācija Nr.2	1	0	1	0
... n-t politikas instrumentu kombinācija
16. Tiek izmantoti visi politikas instrumenti („visi pasākumi”) – (C4_all)	1	1	1	1

Lai rezultātu varētu izskaidrot harmoniskāk un saprotamāk, uzmanbā galvenokārt vērsta uz salīdzinājumu starp bez scenāriju (**BSI**), scenāriju ar spēcīgo ietekmi attiecībā uz centrālās apkures sistēmu uzstādīto koksnes kurināmā jaudu (**CI_best**), scenāriju, kur tiek izmantoti tikai ETS mehānismi (**CI_ETTS**), scenāriju, kas ar minimālo politikas instrumentu kombināciju ļauj sasniegt labākos rezultātus (**C2_best**), un scenāriju, kur tiek stenoti visi politikas pasākumi (**C4_all**). Šajā nodā aprakstīti svarīgākie ar modeļa validāciju un jutīguma analīzi saistītie aspekti, tieši kā cenu izmaiņas emisijas kvotu tirgū, izmaiņas CO₂ nodokļa sistēmā, „zaļo investīciju” izmaiņas ETS, negaidīti liels dabasgāzes cenu kritums, parametru maiņa mežu resursu ilgtspējības pārvērtējumā.

4.1 Scenārijs BSI

Šajā scenārijā attēlota situācija, kad netiek stenoti neviens no piedāvajamiem politikas pasākumiem koksnes kurināmā patsvara palielināšanai. Tas nozīmē, ka netiek dotas subsīdijas dabasgāzes apkures katlu nomaiņai ar koksnes apkures aprīkojumu, nenotiek informatīvā kampaņa, un līdz ar to ir augsts koksnes investīciju koksnes tehnoloģijas un to izmantošanai. Vienlaikus tiek veikti jebkuri stratēģiski energoefektivitātes uzlabojumi koksnes iekārtās.



4.1. att. B zes scen rijs *BSI* – uzst d to jaudu strukt ra prim rajiem energoresursiem centr lapkures sist m

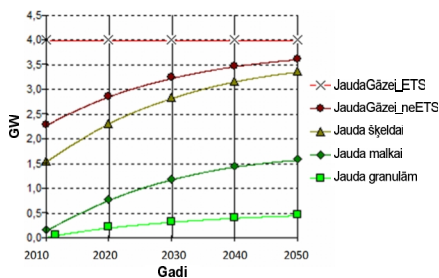
4.1. att l redzams, ka 40 gadu laik nov rojams koksnes kurin m izmantošanas pieaugums.

4.2 Scen rijs *C1_ETS*

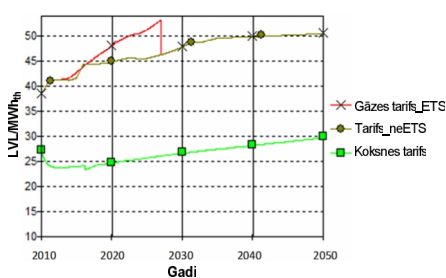
Šaj scen rij nov rt ta reglament tas ETS sh mas stenošanas ietekme. Model nav nov rojams pašs koksnes kurin m jaudas patsvara pieaugums sal dzin jum ar scen riju *BSI* (skat. 4.2.a att.).

4.2.b att l v rojama š scen rija ietekme uz siltumener ijas tarifu. K redzams, pan kti divi efekti: pirmk rt, šaj scen rij notiek koksnes tarifu pieaugums ETS operatoriem attiec b pret to operatoru tarifiem, kas nepiedal s ETS sist m, otrk rt, s kot no 2016. gada, nov rojama neliela tarifa samazin šan s.

Š s sekas raduš s t s mode a da as ietekm , kas regul ETS meh nismu. (skat. 3.3. att.).



4.2.a att. Scen rijs *C1_ETS*



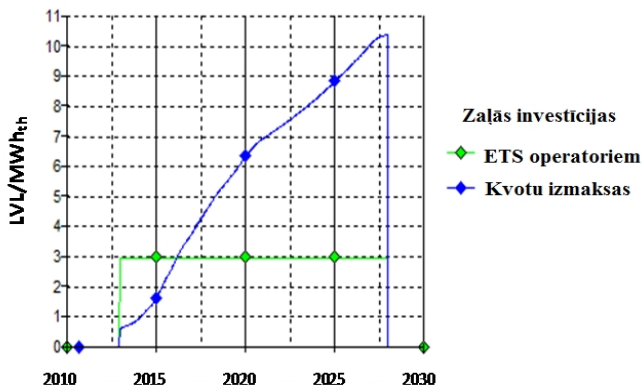
4.2.b att. Scen rijs *C1_ETS* ener ijas tarifi

Siltumener ijas tarifi ETS operatoriem ETS meh nisma ieviešanas trešaj f z (2013.-2020.gadam ar pagarin jumu l dz 2027. gadam) pieaug vair k nek

tiem, kas nepiedal s ETS sist m . Šo tendenci nosaka CO₂ kvotu cenas (pieaug laika gait s-formas funkcij atkar b br vo kvotu defic ta tirg) ETS operatoriem un CO₂ nodoklis, kas pie mums vienm r ir maz ks par kvotu cenu, tiem, kas nepiedal s ETS sist m .

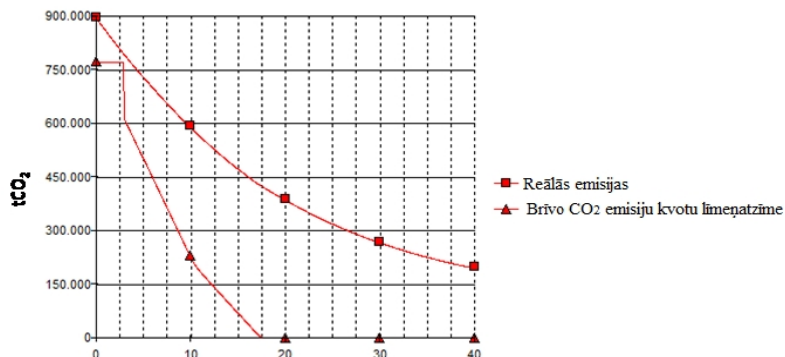
Koksnes tarifa samazin šan s ir pamatota ar 4.2.b att l redzamo sh mu, kur labv l g ietekme uz koksnes tarifu kopum pan kta, pateicoties tiem operatoriem, kas nol muši invest t koksnes kurin m tehnolo ij s.

Šis meh nisms darbojas tikai tad, kad „za s” invest cijas ir maz kas par kvotu ieg des izmaksas (skat. 4.3. att.).



4.3. att. Invest ciju izmaksas SEG samazin šanas pas kumiem sal dzin jum ar kvotu izmaks m

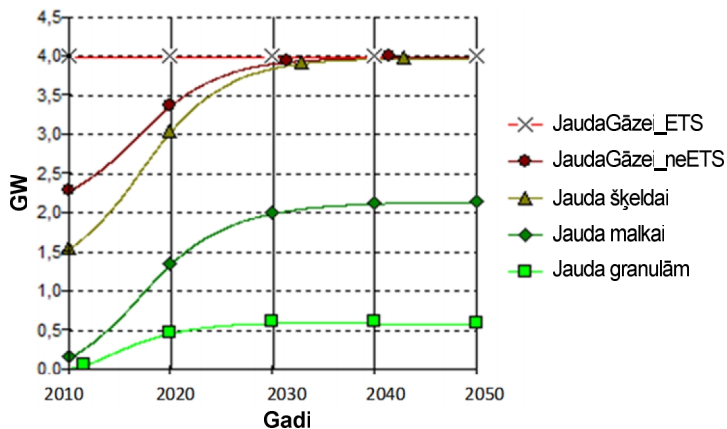
Grafik (skat. 4.4. att.) redzamas teor tisk s emisijas attiec b pret ETS operatoru uzst d to siltumener ijas ražošanas jaudu laika gait . Starp ba starp div m tendenc m auj apr in t kop j s operatoram nepieciešamo br vo kvotu daudzuma izmaksas un t d j di nov rt t ETS operatora za o invest ciju uzticam bu. Iepriekš j att l par d ts labs instruments ETS operatoriem, lai nov rt tu za o invest ciju uzticam bu koksnes kurin m tehnolo ij s.



4.4. att. CO₂ kvotu līmeņu atzīme salīdzinājums ar reālajām emisijām scenārijā *CI_ETS*

4.3 Scenārijs C4_all

Attēls 4.5. parāda rezultātus, kas iegūti, ņemot vērā visus 4 politikas pasākumus (P_S , P_R , P , P_{ETS}). Scenārija rezultāti atgādina *C2_best* scenāriju minētos rezultātus, tāpēc no 2023. gada ir paredzams koksnes kurināmo uzstādīt sjaudas patsvara palielinājums attiecībā pret *C2_best* scenāriju.



4.5. att. Scenārijs C4_all

Visi scenāriji uzrāda nelinearu uzvedību, un koksnes kurināmo patsvars līdz 2050. gadam būs diapazonā no 82-100% (skat. promocijas darba pielikumi).

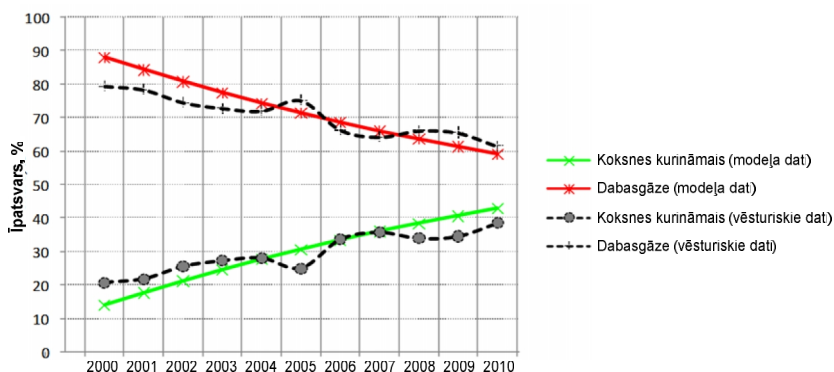
4.4 Meža resursu ilgtspējība

Modelēšanas rezultāti liecina, ka pie pašreizējām mežizstrādēm un jaunu mežu stādīšanas likmēm saskaņā ar ilgtspējīgu meža apsaimniekošanu (skat. promocijas darba 4. nodaļu), Latvijā būs vajadzīga kopējā meža resursu daudzuma līnijas samazināšana šīs tendences ar asimptotisku galveno rēķinu laika gaitā.

4.5 Modeļa validācija

Pamatojoties uz attiecīgajiem vīsturiskajiem datiem par dažādu primāro enerģoresursu (t.i., dabasgāzi un koksnes kurinām - šeldas, bāru un granulu) izmantošanas patsvaru centralizētās siltumapgādes nozarē no 2000. līdz 2010. gadam, tika veikts tests, lai pārbaudītu vai rezultāti saskaņā ar vīsturisko izturēšanos. Tika ņemta vērā katrā kurināmā veidā izmantošanas cena saskaņā ar vīsturisko tendenci.

4.6. attēlā modelētie dati tiek salīdzināti ar vīsturiskajiem.



4.6. att. Vīsturiskie un modelētie dati vīsturiskās uzvedības salīdzināšanai ar modeli

Kā redzams 4.6. attēlā, ņemot vērā kurināmā resursu (dabasgāzi un koksnes kurinām - šeldas, apa koku un granulu) cenu svārstības un saskaņotā kurināmā izmantošanas patsvaru pēc 2000. gada, modelētie primāro enerģoresursu patsvara rezultāti pārveidojami atbilst vīsturiskajiem datiem.

SECINĀJUMI

1. Šīs doktora disertācijas piedāvātā integratīvā pieeja, kas balstīta uz dažādu bioenerģijas veidu iespējamo ietekmi uz vidi, novērtējumu, izmantojot DCA metodoloģiju, kā arī politikas pasākumus un rēķinājamās mehānismus, lai uzlabotu bioenerģijas tehnoloģiju ieviešanu un veicinātu fosilo kurināmo aizstāšanu ar atjaunojamiem resursiem, izmantojot sistēmiskā dinamiskā modelēšanu.

2. Šaj integr taj pieej DCA lieto k anal tisku instrumentu, kas sp j uztvert bioener tikas nozares sist mas sarež t bu un savstarp j s atkar bas, k nov rt juma instrumentu, lai izp t tu bioener ijas žu ilgtsp ju un t ro ieguvumu no fosil kurin m aizst šanas. Vienlaikus sist mas dinamikas model šanas izmantošana ir labs instruments, lai prognoz tu ener tikas att st bu un tendences noteiktas politikas ietvaros.
3. Veikt s DCA uzr da alternat vo bioener ijas tehnolo iju k fosil kurin m tehnolo iju alternat vas potenci l s iesp jas attiec b uz siltumn cefekta g zu un citu veidu pies r ojuma emisiju samazin šanu. Visas pied v t s DCA uzr da augst kas ekolo isk s [vides] paš bas attiec b pret atskaites scen riju, kur izmanto fosilo kurin mo. Konkr t s DCA scen rijs attiec b uz makroa u k substr ta lietošanu biog zes ražošanai nodrošina labv l gu kop jo vides slogu (t.i., negat v v rt ba visai ietekmei uz vidi).
4. Darba otraj da sist mas dinamikas modelis analiz politikas instrumentu un ES Emisijas kvotu tirdzniec bas sist mas ietekmi uz Latvijas centraliz t s siltumapg des sist m s izmantot kurin m veidiem p t juma aptvertaj 40 gadu laika period (2010-2050).
5. Modelis ir piem rots Latvijas centraliz t s siltumapg des sist mai. Darba m r is bija sec gi izv rt t nozares izmantoto prim ro energoresursu veidus un nov rt t, kuram politikas instrumentam var tu b t noz m ga ietekme p rej uz koksnes kurin mo. Darba gait tika stenots modelis oglek a p das nospieduma noteikšanai LCA koksnes kurin m izmantošanai siltumener ijas ražošanai, sal dzinot to ar dabasg zes izmantošanu.
6. stenotie politikas instrumenti bija i) subs dijas dabasg zes iek rtu nomai ai ar koksnes kurin m tehnolo iju, ii) „lab s prakses” veicin šana un inform cijas kampa a, lai veicin tu koksnes kurin mo izmantošanas riska izpratni, iii) atbalsts pas kumiem esošo koksnes kurin mo iek rtu efektivit tes paaugstin šanai, k ar ETS sh mas un CO₂ nodok a ieviešana, kas ir politikas instruments, kas str d p c principa „pies r ot js maks ”.
7. Simul cijas rezult ti pied v t sist mas mode a ietvaros par d ja, ka, lai ieg tu liel ko koksnes kurin mo izmantojošo operatoru patsvara pieaugumu Latvijas centr lapkures sist m , ir nepieciešams vismaz divu politikas instrumentu apvienojums. Vislab kais rezult ts tika sasniegts ar valsts subs dij m koksnes tehnolo iju att st bas veicin šanai tirg un risin jumiem, kas garant tu maz ku risku investoriem.
8. Pied v tais sist mas dinamikas modelis piev rš uzman bu koksnes kurin m resursu ilgtsp j bai, iev rojot koksnes kurin m pat ri a pieaugumu politikas pas kumu ieviešanas rezult t . Pamatojoties uz mode a pie mumiem par past vošaj m mežizstr des un jaunu mežu st d šanu likm m, ir iesp jams piln b kompens t koksnes kurin m pat ri u centraliz t s siltumapg des sist m s Latvij . Tas tika p rbaud ts scen rij , kur stenoti visi politikas

pasākumi, lai maksimāli palielinātu potenciālo koksnes kurināmā izmantošanu.

9. Tika pierādīts, ka bioenerģijas tehnoloģiju analīze ir ļoti sarežģīts uzdevums, kas ietver tehnoloģiskos, ekonomiskos, ekoloģiskos un sociālos parametrus. Metode, kas izstrādā šādu darbu, var kalpot kā atbalsta instruments, lai ieviestajam palielinātu izpratni par bioenerģijas tehnoloģijām noteiktas politikas ietvaros.
10. Integrētās pieejas izmantošanas mērķis ir apvienot DCA metodoloģiju un sistēmiskā dinamiskā modeļa šādu, kas ir atzīta par uzticamu un vērtīgu instrumentu, lai salīdzinātu dažādu tehnoloģiju izmantošanu plašākos ietvaros, kuros tiek īstenota dažādu politikas stratēģiju ietekme.

Francesco ROMAGNOLI

ILGTSPĒJĪGAS BIOENERĢIJAS RAŽOŠANAS UN PATĒRIĀMĀ MODELIS

Promocijas darba kopsavilkums