



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE

MEŽA FAKULTĀTE
FOREST FACULTY

Mg.sc.ing. JĀNIS OŠS

KOKSNES RESURSU PLŪSMAS ANALĪZE
THE ANALYSIS OF THE FLOW OF WOOD RESOURCES

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS
Dr.sc.ing. zinātniskā grāda iegūšanai

SUMMARY OF ACADEMIC DISSERTATION
for acquiring the Doctor's degree Dr.sc.ing.

JELGAVA
2009

Promocijas darba zinātniskais vadītājs:
Supervisor:

Pēteris Rivža
profesors, Dr.habil.sc.ing.

Darbs izstrādāts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātes Kokapstrādes katedrā, Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūtā, ar Latvijas Kokrūpniecības federācijas atbalstu.

Pētījumi veikti laika posmā no 2004. gada līdz 2008. gadam.

The promotion paper has been worked out at the Wood Processing department of the Forest Faculty of LUA, at the Forest and Wood product Research and Development Institute and with the support of the Latvian Forest Industry Federation.

Research was done in period from 2004 till 2008.

Oficiālie recenzenti / Official reviewers:

- profesors, Dr.habil.sc.ing **Henns Tuherms** - Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Latvija / Latvia university of Agriculture;
- profesors, Dr.habil.sc.ing **Jurijs Merkurjevs** - Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija / Riga Technical university;
- profesors, Dr.tech.sc. **Peeter Muiste** - Igaunijas Lauku universitāte, Igaunija /Estonian university of Life sciences.

Promocijas darba izstrāde veikta ar ESF granta atbalstu.

Doctoral thesis has been worked out by financial support of ESF.



Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Mežzinātņu nozares un Materiālzinātņu nozares Koksnes materiālu un tehnoloģijas apakšnozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2009. gada 20. februārī plkst.11:30 Jelgavā, Dobeles ielā 41 sēžu zālē.

The promotion paper will be presented for public criticism in an open session of the Promotion council of Forest Sciences and Material Sciences (sub-branch of Wood materials and technology) of the Latvia University of Agriculture held on February 20th, 2009 at 11:30 o'clock p.m. in conference hall, Dobeles iela 41, Jelgava.

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU fundamentālajā bibliotēkā, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001 vai <http://llu.fb.llu.lv/llu-theses.htm>.

Atsauksmes sūtīt LLU Mežzinātņu nozares un Materiālzinātņu nozares Koksnes materiālu un tehnoloģijas apakšnozares promocijas padomes sekretāram LLU profesoram Dr.sc.ing. **A.Drēskam**, Akadēmijas iela 11, Jelgava, Latvija, LV-3001 vai mfmezizm@llu.lv

The thesis and resume are available at the Fundamental Library of Latvia University of Agriculture, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001 or <http://llu.fb.llu.lv/llu-theses.htm>

References are welcome to be send to Professor *Dr.sc.ing A.Drēska* the Secretary of the Promotion Council of Forest Sciences and Material Sciences (sub-branch of Wood materials and technology) of the Latvia University of Agriculture, Akadēmijas iela 11, Jelgava, Latvija, LV-3001 or mfmezizm@llu.lv

SATURS

DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS	4
1. SITUĀCIJAS ANALĪZE UN ATTĪSTĪBAS TENDENCES.....	8
2. PIEREDZE MEŽA NOZARES ANALĪZES MODEĻU VEIDOŠANĀ.....	9
3. MEŽA NOZARES MODELIS.....	12
4. PIEPRASĪJUMA UN PATĒRIŅA ANALĪZES MODEĻA IZMANTOŠANAS METODIKA.....	22
4.1. Datu ievades lauki	22
4.2. Statiskā informācija un tās avoti.....	23
4.3. Datu izvades lauki	24
4.4. KRP modeļa lietošanas metodika	24
5. MODEĻA PĀRBAUDE UN PLŪSMAS SIMULĀCIJA	26
6. SCENĀRIJI UN TO REZULTĀTI.....	27
SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI	30
DARBA APROBĀCIJA	31
INTRODUCTION	32
1. ANALYSIS OF THE SITUATION AND TRENDS OF DEVELOPMENT	37
2. EXPERIENCE IN CREATING MODELS FOR THE FOREST BRANCH ANALYSIS	38
3. FOREST BRANCH MODEL	39
4. APPLICATION METHODS FOR THE ANALYSIS MODEL ON THE DEMAND AND SUPPLY	45
4.1. Fields of data entry	45
4.2. The statistic information and its sources	46
4.3. The data output fields	47
4.4. Methods of using the KRP model.....	47
5. VERIFICATION OF THE MODEL AND FLOW SIMULATION	48
6. SCENARIOS AND THEIR RESULTS	49
CONCLUSIONS AND PROPOSALS	51

DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS

Tēmas aktualitāte

Mežs ir Latvijas lielākā bagātība un viens no resursu avotiem, kam piemīt spēja salīdzinoši strauji atjaunoties. Meža resursi pieskaitāmi pie nozīmīgākajiem Latvijas atjaunojamiem dabas resursiem un pilnībā nodrošina vietējo patēriņu, kā arī ļauj koksnes resursus un tās izstrādājumus eksportēt, dodot lielu ieguldījumu valsts makroekonomikā.

Latvija ir bagāta ar mežiem, jo tie aizņem 3603 tūkst.ha, jeb 55.8 % no valsts teritorijas. Salīdzinājumā var minēt, ka Eiropā meži aizņem vidēji 33 % no sauszemes teritorijas.

2006. gadā Latvijā kopējā augošo koku koksnes krāja ir sasniesusi 631 milj.m³, kas salīdzinot ar pagājušo gadsimta sākumu ir palielinājusies 8.4 reizes, bet pēdējo desmit gadu laikā pieaugusi par 84 milj.m³

2006. gadā Latvijā izcirsti 9.8 miljoni kubikmetru koksnes, no kuras 4.41 miljoni kubikmetru iegūti valsts mežos, 5.14 miljoni kubikmetru - privāto meža īpašnieku un 0.25 miljoni - pašvaldību mežos.

Ikgadējie koku ciršanas apjomi, attīstoties mežrūpniecībai, līdz 2002. gadam pieauga, sasniedzot 12.2 milj.m³. Sākot ar 2003.gadu koku ciršanas apjomam ir tendence stabilizēties ap 10 milj.m³ gadā, izņemot 2005.gadu, kad valstī, likvidējot vējgāzes sekas, koku ciršanas apjoms nedaudz pieauga.

Meža nozare apvieno meža resursus un produktu ražošanu, tirdzniecību un patēriņu vienotā sistēmā, kurā tās sastāvdaļas ir savstarpēji saistītas. To veido mežsaimniecība, kokrūpniecība, koksnes un nekoksnes produktu ķīmiskā pārstrāde. Ar meža nozari ir saistītas vairākas nozares, no kurām visciešāk saikne ir ar transportēšanas nozari. Tā ir tieši saistīta ar resursu plūsmu un ļoti jūtīga pret jebkurām izmaiņām nozarē.

Valstī veiktās reformas meža nozarē un integrācija Eiropas Savienībā (ES) ir pozitīvi ietekmējušas Latvijas ekonomisko attīstību. Kopumā meža nozare dod būtisku ieguldījumu Latvijas iekšzemes kopproduktā. Tās devums IKP sasniedz 7.5 %. Vismaz trešdaļa no tā tiek radīta Latvijas reģionos, kur meža nozares uzņēmumi ir galvenais ienākumu avots. Meža nozarē 2006. gadā bija aptuveni 2700 darbojošies uzņēmumi.

Ne tik straujš pieaugums vērojams kokrūpniecībā. Laikā no 2004. līdz 2006. gadam ražošanas apjomi kokrūpniecībā ik gadu pieauga vidēji par 6.2%, tomēr jau vairākus gadus nav novērojama apjomu izaugsme – 2006. gadā ražošanas apjomi pat nedaudz samazinājās. Piegums notiek galvenokārt uz pievienotās vērtības rēķina. Latvijas kokrūpniecības uzņēmumi ir spējuši iekarot daļu globālā koksnes produktu tirgus. Līdz ar iestāšanos Eiropas Savienībā un strādājot atvērta ekonomiskajā telpā, ir notikusi cenu izlīdzināšanās. Tomēr līdz ar šīm pozitīvām izmaiņām Latvijai vairs nav agrāko priekšrocību un ir nepieciešama strauja produktivitātes palielināšana, lai saglabātu nozares konkurētspēju.

Izmaksu pieaugums ir kļuvis par vienu no kokrūpniecības nopietnākajiem izaicinājumiem. Meža nozares attīstību būtiski ietekmē darbaspēka pieejamība un koksnes resursu izmaksas. Šī tendence palielina vajadzības pēc investīcijām

tehnoloģijās un efektivitātes celšanas, kā arī jaunu nišu un dizaina meklējumiem. Kā vienu no nopietnākajām problēmām jāmin ārkārtīgi strauja darbinieku mainība, kas kokrūpniecībā uz 2006. gadu vidēji sasniedza 22 % gadā.

2007. gadā koksnes un koksnes produktu eksports veidoja aptuveni 22 % no valsts kopējā eksporta. Kā pozitīva tendence atzīmējama, ka samazinās zemas pievienotās vērtības kokmateriālu eksports – no 37 % 2000. gadā līdz 22 % 2006.gadā, toties eksportā palielinājies saplākšņa, kokskaidu plātņu un dažādu koka izstrādājumu, kā arī zāģmateriālu ar augstāku pievienoto vērtību īpatsvars.

Pēdējo piecu gadu laikā strauji attīstījusies produkcijas ar augstu pievienoto vērtību ražošana, par ko liecina pārstrādes sektoru īpatsvara pieaugums kokrūpniecībā. Līdz ar attīstību pieaudzis sortimentu klāsts - tiek ražotas mēbeles un to detaļas, namdaru un galdniecības izstrādājumi, saliekamās koka būvkonstrukcijas, dārza mēbeles un aprīkojums, koka rotaļlietas un cita tirgū pieprasīta produkcija.

Pēdējos gados Latvijā vērojama strauja zāģēšanas jaudu koncentrācija un līdz ar to uzņēmumu skaita samazināšanās. Tas izskaidrojams ar to, ka ievērojami palielinājusies konkurence meža resursu izmantošanā, kā arī pieaugušas darbspēka un energoresursu izmaksas.

Racionāla esošo mežu resursu izmantošana un to pārstrāde kokapstrādes uzņēmumos ļautu šai rūpniecības nozarei kļūt par visefektīvāko starp citām rūpniecības nozarēm. Pieaugot koksnes resursu izmantošanai, būtisks jautājums - cik lietderīgi un efektīvi tiek izmantoti koksnes resursi un kā tiek realizētas koksnes atliekas.

Lai atbildētu uz nozares uzdotajiem jautājumiem, analizētu meža nozari kopumā un aplūkotu tās varbūtējos attīstības scenārijus, nepieciešams meža nozares analīzes instrumenti.

Meža nozare ir visai sarežģīta uz aktivitātēm bāzēta sistēma. Tajā pastāv daudz sasniedzamu mērķu, kurus sekmīgi var atrisināt vienlaicīgi. Tāpat sistēmā pastāv daudz komponentes un elementi, kuri papildus darbojas, nosakot tās attīstības tendences. Resursu plūsmu ietekmē daudzi faktori, kas darbojas, gan nozares iekšienē, gan ārienē.

Saistībā ar meža nozari, izstrādāti vairāki plānošanas un attīstības modeļi. Izveidota vienota datubāze, kurā uzkrāj izstrādātos modeļu piemērus un algoritmus, saistībā ar meža nozari kopumā vai katru iesaistīto sektoru atsevišķi. Tomēr ar šiem modeļiem ir viens būtisks izmantošanu ierobežojošs faktors - nav iespējams izveidot universālu modeli. Meža nozares sistēmā pastāv ļoti daudz faktoru, kas raksturo konkrēto valsti vai atrašanās vietu. Šos faktoru var attiecināt tikai uz konkrētās valsts vai reģiona politiskiem, ekonomiskiem, resursu fiziskiem un cita veida rādītājiem. Vairums no izstrādātajiem meža nozares modeļiem ir balstīti uz kāda konkrēta sektora analīzi, piemēram, uz ekoloģisko jautājumu analizēšanu vai uz resursu pieauguma prognozēšanu.

No aplūkotajiem literatūras avotiem nākas secināt, ka netiek veidoti modeļi, kuri analizētu meža nozari kopumā, iekļaujot resursu plūsmu uz visiem iesaistītajiem pārstrādes sektoriem. Vairāki autori ir pieminējuši pievienotās vērtības ķēdes modelēšanu, piemēram, analizēts apaļkoksnes un zāģmateriālu pieprasījums no būvniecības aspekta, kurā iekļauta pievienotās vērtības pieauguma analīze. Tomēr šie modeļi neuzrāda sektorus, kas pārstrādā koksnes resursus, un to

konkurenci vai pieprasījumu pēc citiem koksnes resursiem. Tāpat tie neparāda pārstrādes sektoru saistību un pievienotās vērtības pieaugumu.

Lai varētu veikt Latvijas koksnes resursu plūsmas analīzi, izvirzīts mērķis izveidot aprēķinu algoritmu, kurš apraksta visu meža nozari kopumā un izveidot interaktīvu pieprasījuma un patēriņa modeli, kurā jāiekļauj visi meža nozares pārstrādes sektori.

Promocijas **darba mērķis** ir izstrādāt koksnes resursu pieprasījuma un patēriņa analīzes metodiku, kas bāzēta uz simulācijas modeļa.

Darba mērķa sasniegšanai ir izvirzīti šādi **darba uzdevumi**:

- koksnes resursu patēriņa sektoru apzināšana un raksturojums;
- pasaules pieredzes izpēte meža nozares procesu modelēšanā;
- koksnes resursu plūsmas ietekmējošo faktoru un to mijiedarbības izpēte;
- koksnes resursu plūsmas analīzes algoritma izstrāde;
- koksnes resursu plūsmas interaktīva pieprasījuma un patēriņa analīzes metodikas izstrāde;
- interaktīva koksnes resursu pieprasījuma un patēriņa modeļa izstrāde.

Pētījumu metodes un zinātniskā novitāte

Pētījumi saskaņā ar izvirzīto mērķi un no tā izrietošiem uzdevumiem veikti ar matemātiskām aprēķinu un datora modelēšanas, kā arī ar datu analīzes metodēm. Metožu pamatā ir meža nozares un tās sektoru analīze, matemātiskā aprēķinu algoritma izstrāde un uz tā bāzēta simulācijas modeļa izveide, ar ko tiek analizēta koksnes resursu plūsma.

Darbā izmantotas vizuālās modelēšanas datorprogramma MS Visio, simulācijas datorprogramma Extend Industry un datu apstrādes datorprogramma MS Excel.

Promocijas darba zinātniskā novitāte ir:

- izstrādāts meža nozares koksnes resursu plūsmas analīzes algoritms, kurš balstīts uz pārstrādes sektoru raksturojošiem datiem;
- izstrādāts koksnes resursu plūsmas interaktīvais pieprasījuma un patēriņa modelis, kurš balstīts uz izstrādātā resursu plūsmas analīzes algoritma;
- izstrādāta, interaktīvā pieprasījuma un patēriņa modeļa izmantošanas metodika, koksnes resursu plūsmas analīzei;
- darbā aprakstītais resursu plūsmas algoritms un interaktīvais pieprasījuma un patēriņa modelis ļauj analizēt meža nozares sistēmu, iekļaujot tajā visus pārstrādes sektorus.

Darba praktiskā vērtība meža nozares attīstībā

Izmantojot izstrādāto meža nozares koksnes resursu plūsmas algoritmu, iespējams analizēt:

- meža nozares struktūru;
- atsevišķu produktu grupu izmaksu struktūru;
- koksnes pievienotās vērtības veidošanās struktūru;
- saistīto pakalpojumu nozaru ietekmes faktorus.

Darbs izstrādāts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātes Kokapstrādes katedrā, Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūtā un ar Latvijas Kokrūpniecības federācijas atbalstu.

Darbs strukturēts piecās nodaļās:

1. nodaļa. Literatūras apskats par Latvijas meža nozari, nozares sektoru raksturojumu, tās attīstības tendencēm un saistīto nozaru ietekmi;
2. nodaļa. Pētījums par pasaules meža nozares modeļiem, to struktūru un darbības principiem;
3. nodaļa. Rezultāti par koksnes resursu plūsmas analīzes algoritmu, izstrādājot interaktīvu pieprasījuma un patēriņa modeli;
4. nodaļa. Pieprasījuma un patēriņa analīzes modeļa izmantošanas metodika;
5. nodaļa. Interaktīvā pieprasījuma un patēriņa modeļa pārbaude, analizējot to pēc loģiskuma pareizības, koeficientu atbilstības un jūtīguma reakciju;
6. nodaļa. Pētījumu rezultāti izmantojot interaktīvo pieprasījuma un patēriņa modeli, analizējot trīs plūsmas scenārijus.

Kopumā darbs noformēts uz 108 lpp., 58 att., 18 tab.

Izmantotās literatūras sarakstu 68 avoti.

1. SITUĀCIJAS ANALĪZE UN ATTĪSTĪBAS TENDENCES

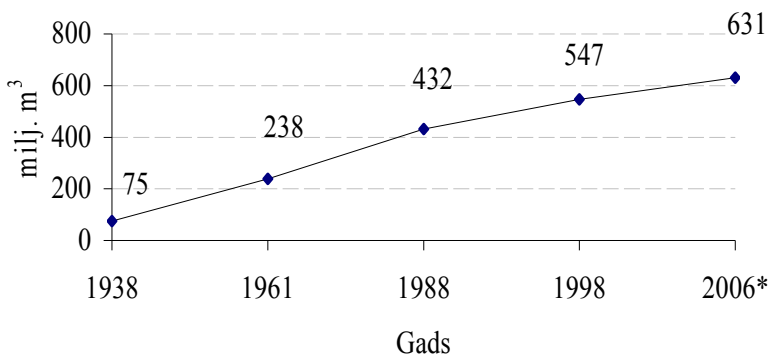
Meža nozare sevī ietver uzņēmumus, kuri ir cieši saistīti ar koksnes pārstrādi, un tiem, kas sniedz pakalpojumus šai nozarei. Nozare apvieno meža resursus un produktu ražošanu, tirdzniecību un patēriņu vienotā sistēmā, kurā tās sastāvdaļas ir savstarpēji saistītas. To veido mezsaimniecība, kokrūpniecība, koksnes un nekoksnes produktu ķīmiskā pārstrāde.

Latvijas meža nozare iedalīta trīs galvenajās grupās - mežistrādes, kokapstrādes un mēbeļu rūpniecības. Savukārt kokapstrādes rūpniecība ir sadalīta vēl papildus pārstrādes grupās - apaļkoksnes, zāģmateriālu, koksnes paneļu, šķeldu un skaidu, koksnes atgriezumumu un koksnes kurināmā.

Nozares izaugsmi un tās attīstības tempus galvenokārt nodrošina stabils vietējais pieprasījums. Kopš neatkarības atgūšanas ārējie tirdzniecības apjomi ar ES valstīm ir pieauguši, un 2007. gadā 75 % no Latvijas eksporta un importa ir saistāma ar ES.

Kokrūpniecība Latvijā ir vienīgā nozare, kurai ir pozitīva eksporta un importa bilance. Savukārt mezsaimniecības (kā koksnes pārstrādes galvenās izejvielu bāzes) īpatsvars, kopējā pievienotajā vērtībā veido aptuveni 1.5 %, un pēdējo desmit gadu laikā tās vidējais izaugsmes temps bijis tuvs 10 %.

Latvijā kopējā augošu koku koksnes krāja ir nepārtraukti palielinājusies, 2006.gadā sasniedzot 631 milj.m³. Salīdzinoši ar pagājušā gadsimta sākumu tā ir palielinājusies 8.4 reizes. Periodā no 1998. līdz 2006. gadam vidējā krāja pieaugusi par 84 milj.m³ (1.att).



1.att. Mežaudžu vidējās krājas dinamika

(* 2006. gads pēc meža statistiskās inventarizācijas datiem)

Fig. 1 Dynamics of the average growing stock of the forest stand (million m³)

(* the year 2006 according to the data of the forest statistic inventory)

Strauji ir attīstījusies produkcijas ražošana ar augstu pievienoto vērtību. Šī tendence ir novērojama pēdējo gadu laikā un par to liecina sektora īpatsvara pieaugums kokrūpniecībā. Līdz ar attīstību ir pieaudzis sortimentu klāsts kurus ražo kokrūpniecība

Tomēr pēdējos gados papildus ir novērojama strauja zāģēšanas jaudu koncentrācija un uzņēmumu skaita samazinājums, ko var izskaidrot ar palielinātu konkurenci meža resursu izmantošanā, kā arī pieaugošām izmaksām.

Galveno koksnes resursu plūsmas analīzi veic Zemkopības ministrijas Meža resursu departaments. Izmantojot statistisko informāciju, ko sniedz Valsts Meža dienests un Centrālās statistikas pārvaldes, tiek aprakstīta un analizēta koksnes resursu plūsma valstī. Tomēr izmantotajām analīzes metodēm ir būtisks ierobežojums, tās balstītas uz statistiskiem datiem, neiedziļinoties pārstrādes sektoru specifiskā.

2. PIEREDZE MEŽA NOZARES ANALĪZES MODEĻU VEIDOŠANĀ

Meža nozare ir visai sarežģīta uz aktivitātēm bāzēta sistēma. Tajā pastāv daudz sasniedzamu mērķu, kurus sekmīgi var sasniegt vienlaicīgi. Tāpat sistēmā pastāv daudzas komponentes un elementi, kuri darbojas papildus, nosakot tās attīstības tendences. Tas parāda, ka meža nozare ir vairāku kritēriju un uz cilvēku izvēles bāzētas problēmas piemērs.

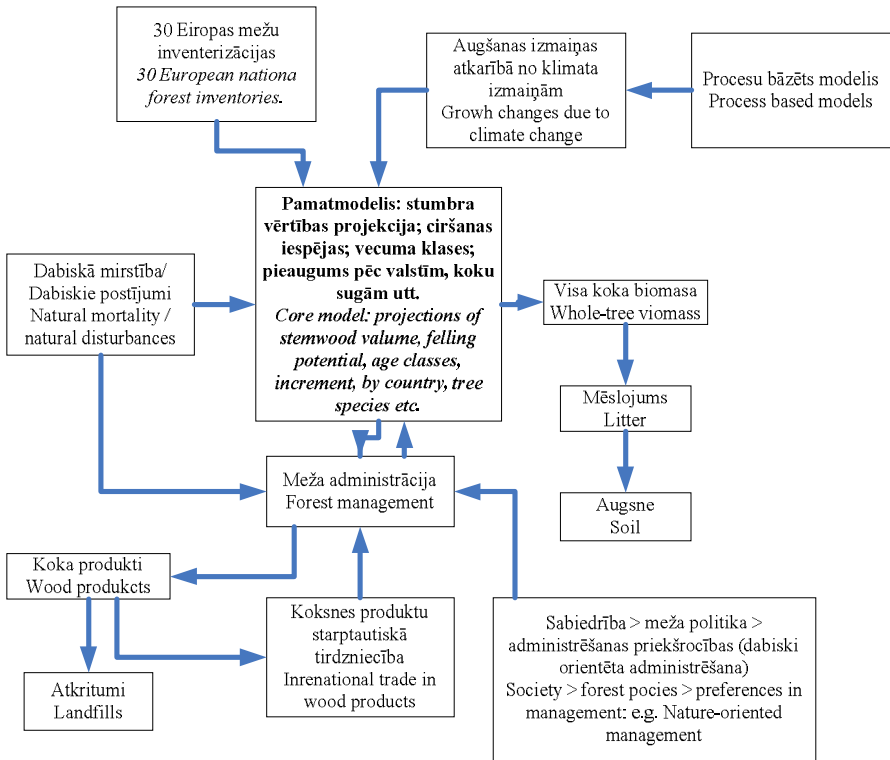
Saistībā ar meža nozari izstrādāti daudzi plānošanas un attīstības modeļi. Izveidota vienota datubāze (<http://www.eau.ee/~mbaas>), kurā uzkrāj izstrādātos modeļu piemērus un algoritmus saistībā ar meža nozari kopumā vai katru iesaistīto sektoru atsevišķi.

Tomēr ar šiem modeļiem saistīts viens būtisks izmantošanu ierobežojošs fakts - nav iespējams izveidot universālu modeli. Meža nozares sistēmā pastāv ļoti daudz faktoru, kuri raksturo konkrēto valsti vai atrašanās vietu.

Vairums no izstrādātajiem meža nozares modeļiem ir balstīts uz kāda konkrēta sektora analīzi, piemēram, uz ekoloģisko jautājumu analizēšanu vai uz resursu pieaugumu prognozēšanu.

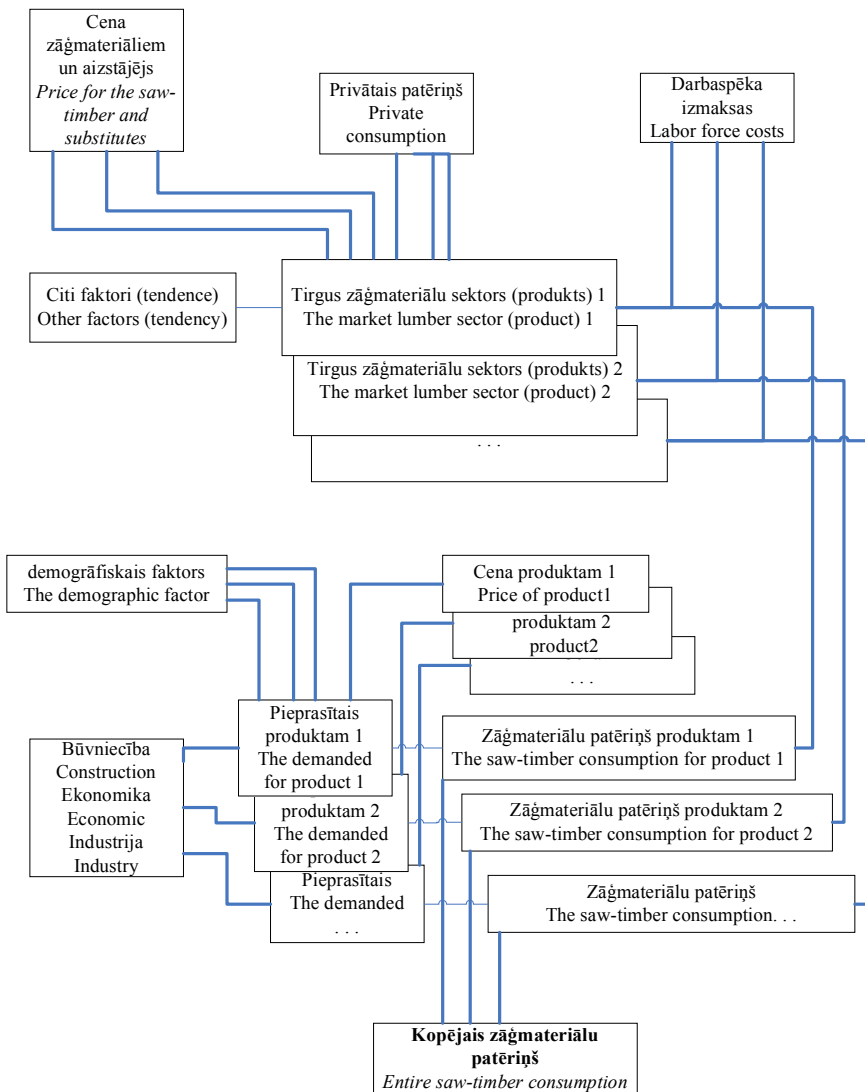
Pastāv izstrādāti modeļi, kuri apvieno vairākus sektorus, piemēram, resursu ieguves vietas noteikšanu saistībā ar zāģētavu atrašanos vietu vai resursu piegādes un pārstrādes nepārtrauktības nodrošinājuma analīzi un plānošanu.

Eiropas Meža informācijas zinātnes modelis (*European Forest Information Scenario Model*) ir liela mēroga matricas modelis, kas apkopo informāciju par meža resursiem Eiropā un uzrāda iespējamo resursu attīstības nākotni 50/60 gadu periodā. Šis modelis lieto meža inventarizācijas datus un apstrādā visu Eiropu valstu un dažu Krievijas reģionu inventarizācijas datus (2. att.).



2.att. Eiropas Meža informācijas zinātnes modeļa struktūra
Fig. 2 Structure of the European Forest Information Science

Tomēr no aplūkotajiem modeļiem nākas secināt, ka netiek veidoti modeļi, kuri analizētu meža nozari kopumā, iekļaujot resursu plūsmu pa visiem iesaistītajiem pārstrādes sektoriem. Vairāki autori ir apskatījuši pievienotās vērtības ķēdes modelēšanu. Piemēram, autors Anders Baudin analizējis zāģmateriālu un apaļkoksnes pieprasījumu no būvniecības aspekta un iekļāvis pievienotās vērtības pieauguma analīzi. (3.att.)



3.att. Zviedrijas zāgmateriālu pieprasījuma modelis

Fig. 3 The demand model for the Swedish lumber

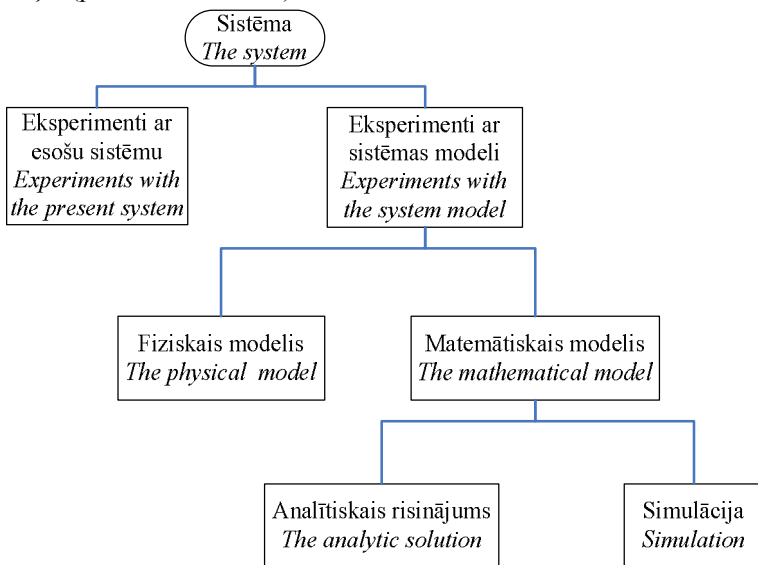
Tomēr šie modeļi neparāda sektorus, kuri pārstrādā koksnes resursus, un to konkurenci vai pieprasījumu uz citiem koksnes resursiem. Neparāda pārstrādes sektoru saistību un pievienotās vērtības pieauguma ķēdi visā meža nozares sistēmā.

Pie Latvijas meža nozares modeļu veidošanas un resursu plūsmas attēlošanas ir strādājis ZM Meža resursu departaments. Viņu skatījums vairāk

vērsts uz statistiskās informācijas izsekošanu un tās attēlošana pa sektoriem. Šis modelis nesniedz iespēju eksperimentēt ar datiem un veidot analīzes scenārijus. Dotais Latvijas ZM Meža resursu departamenta piemērs attēlo vienu būtisku datu analīzes problēmu. Nav pieejama pilnīga informācija par meža nozares sektoriem. Līdz ar to - iztrūkstošo datu kvalitāte ir atkarīga no ekspertu viedokļa.

3. MEŽA NOZARES MODELIS

Izveidots koksnes resursu plūsmas modelis, kurš aptver visus meža nozarē iesaistītos pārstrādes sektorus. Modelis tiek veidots, izmantojot sistēmas pētīšanas ceļa metodiku (4.att.). Pirmajā solī apraksta meža nozares sistēmu un visas tās sastāvdaļas (pārstrādes sektorus).



4.att. Sistēmas pētīšanas ceļi
Fig. 4 Ways of the system research

Modeļa konstruēšanas metode piedāvā katrā posmā divas modelēšanas iespējas. Pirmais solis ir pašas modeļamās vides apzināšana un tās aprakstīšana kā vienotu sistēmu. Jo tikai pēc tam, kad ir skaidra sistēma un tās darbības principi, var pieņemt turpmāko lēmumu par iespējamo virzienu, lai eksperimentētu un analizētu to. Atkarībā no sistēmas lieluma un sarežģītības pakāpes var veikt eksperimentu ar sistēmu, fiziski tajā iejaucoties. Tomēr gadījumā, ja ekonomisku apsvēruma pēc nevar veikt eksperimentu ar esošo sistēmu, fiziski tajā iejaucoties, tiek veidots eksperimentālais sistēmas modelis.

Eksperimentālo sistēmas modeli var konstruēt divējādi - veidojot to fiziski vai matemātiski. Fiziskais modelis attēlo reālo sistēmu samazinātā formātā vai tikai

kādu daļu no visas kopējās sistēmas. Toties matemātiskai modelis apraksta sistēmu ar matemātiskām sakarībām. Lietojot šāda tipa modeļus, uzmanība jāpievērš tā pārbaudēm un validācijas. Fiziskais modelis informāciju par pētāmo sistēmu sniedz bez papildus analīzes, toties matemātiskā modeļa informācija ir jāanalizē.

Matemātiskā modeļa analīzei var izmantot analītisko risinājumu, kur saistībā ar ieejas informāciju, izmantojot matemātiskās sakarības, iegūst datus par sistēmas funkcionēšanu. Tomēr, ja sistēma ir sarežģīta un uz vairākiem kritērijiem balstīta, iespējams izmantot simulācijas metodes, tās ļauj sistēmu analizēt, aplūkojot iegūtos rezultātus un mainot tās ieejas parametrus.

Meža nozares sistēma sastāv no daudziem sektoriem, kuri paši par sevi var pastāvēt neatkarīgi, tomēr tikai kopumā var raksturot šo sistēmu.

Meža nozares sistēma tiek konstruēta un tajā iekļauti visi tie sektori, ar kuru palīdzību būtu iespēja analizēt nozares produkcijas konkurētspēju starptautiskā kontekstā un izstrādāt produktu attīstības scenārijus. Lai varētu iegūt datus par pievienotās vērtības plūsmu nozarē, sistēmā ir jāiekļauj pilns resursu plūsmas posms.

Meža nozares sistēma iekļauj sekojošos pārstrādes sektorus:

- mežizstrādes;
- kokapstrādes;
 - zāģētās produkcijas ražošana;
 - drāšana, lobīšana;
 - koksnes smalcināšana;
 - plātņu rūpniecība;
 - OSB ražošana;
 - koksnes virpošana (ne guļbūves);
 - namdari, būvgaldniecība, galdniecība;
 - taras ražošana;
- mēbeļu rūpniecības.

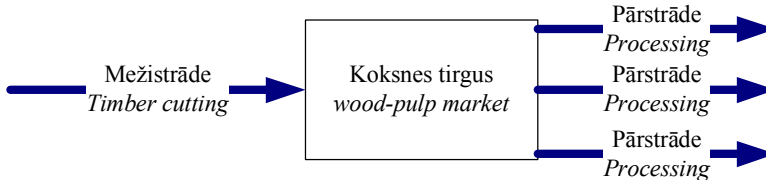
Meža nozare ir visai sarežģīta un uz vairāku produktu vienlaicīgas plūsmas bāzēta sistēma. Katrs nozares pārstrādes sektors rada jaunu produktu, kuru izmantot tālākai pārstrādei un ražotu jaunu produktu ar lielāku pievienoto vērtību.

Koksnes resursu plūsmas sākums jeb bāzes punkts ir noteikts kā mežizstrādes sektors. Tas sektors piedāvā koksnes tirgū virkni produktu, kurus pārstrādā pirmapstrādes sektoru līmenis. Pirmapstrādes sektors pārstrādā koksnes resursus, kuri ir apaļā veidā, piemēram, lietaskoksni un tehnoloģisko koksni. Tālāka, atkarībā no tehnoloģiskā procesa, tiek ražots produkts ar pievienoto vērtību. Produkti, kurus izmanto pēcapstrādes sektori, tiek attiecināti kā to resursi. Šis punkts uzrāda, ka katrs pārstrādes līmenis ir atkarīgs no augstākā līmeņa.

Līdzīgi kā pirmapstrādes līmeņa uzņēmumi, pēcapstrādes līmenis var ražot produktus, kurus atkārtoti savā ražošanā var izmantot turpmākā pēcapstrāde, līdz ar to radot papildus pievienoto vērtību. Viens no tādiem pārstrādes sektoriem ir koksnes brikešu un granulu ražošana. Šajā sektorā resursi var ieplūst no visiem pārstrādes līmeņiem.

Meža nozares sistēmas darbība veidota pēc struktūras, ka resursi tiek pieprasīti no primārā pārstrādes sektora. Šī tendence parāda, ka pārstrādes sektori ir atkarīgi no pēc līmeņa augstāk stāvoša pārstrādes sektora.

Kā izņēmums ir mežizstrādes sektors, kura darbības princips balstīts uz metodi - produkts tiek "stumts" (angļu val. *push*) tirgū, bet visi pārējie sektori pēc principa - resursi tiek "vilkti" (angļu val. *pull*) no tirgus. Šī metode vienkāršoti ir attēlota 5. attēlā.



5.att. Mežizstrādes stumšanas un pārstrādes resursu vilkšanas princips

Fig. 5. The principle of pushing the timber cutting and pulling the processing resources

Mežizstrādes sektors iepludina koksnes resursu tirgū konkrētu apjomu, kura apjomu ir noteikts. Toties pārstrādes sektori cenšas iegūt pēc iespējas lielāku resursu apjomu, kuru piedāvā koksnes tirgus, radot konkurenci nozarē. Pārstrādes sektori norāda uz vilkšanas metodi, cenšoties iegūt savā rīcībā resursus, kuri nepieciešami pārstrādes procesam. Toties mežizstrādes sektors norāda uz stumšanas metodi jo piedāvā koksnes tirgum tikai to apjomu, kurš ir pieejams mežizstrādē (skatīt 5. attēlu).

Fiziskajā koksnes resursu plūsmā kā pamatvienība tiek lietota - m^3 . Tālākajā modelī m^3 tiek aizstāts ar vārdu - vienība, kas līdzvērtīga viens pret vienu. Izņēmums ir saplāksnim, kur vienas vienības vērtība ir līdzvērtīga vienam kvadrātmetrā (m^2).

Katrs pārstrādes sektors, saņemot resursu (vienību), pārstrādā to produktā, veidojot pievienoto vērtību. Papildus ražotajiem produktiem katrā sektorā veidojas blakusprodukts, kurš pārsvarā tiek novirzīts uz enerģētikas plūsmu. Produkta lietderīgais iznākums no viena resursa kubikmetra tiek noteikts katram pārstrādes sektoram atsevišķi, jo tas ir atkarīgs no pielietotās pārstrādes tehnoloģijas.

Sistēmā eksistē divu veidu plūsmas - resursu fiziskā plūsma un resursu informācijas plūsma. Koksnes resursu plūsmas identifikācijai un izsekošanai katram kubikmetram (vienībai) sistēmā, tiek pievienota papildus resursu raksturojošā informācija, tas raksturo resursa atrašanās vietu sistēmā, produkta veidu un tā pievienoto vērtību. Katrai vienībai, kura atrodas sistēmā un plūst no viena pārstrādes sektoru uz nākamo, pievienotā informācija var mainīties, kā arī izmainīties tā vērtība un mērvienība.

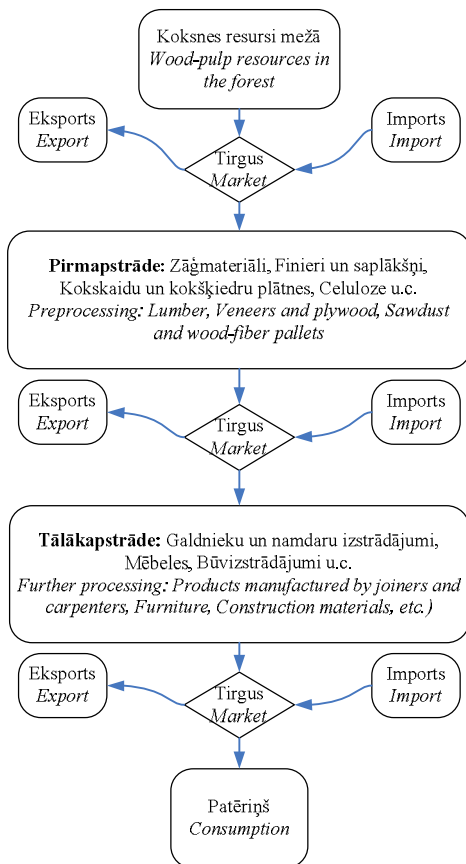
Lai varētu izsekot resursu plūsmai, meža nozares sistēmā ir pievienoti vairāki informācijas plūsmas kanāli. Katrs no šiem informācijas kanāliem jebkurā sistēmas vietā var sākties, kā arī beigties. Kā piemēru var minēt apaļkoksnes

sortimentu, kurš pēc pirmapstrādes tiek pārvērst citā sortimentā. Dažos pārstrādes sektoros tiek pārvērsta mērvienība, piemēram, resursi tiek saņemti ar mērvienību (m^3) bet produkts tiek ražots ar mērvienību (m^2).

Kā informācijas plūsmas kanālus var minēt sekojošus piemērus:

- koka suga;
- sortiments / produkts;
- ģeogrāfiskais novietojums;
- resursu vērtība;
- pievienotās vērtības lielums.

Meža nozares koksnes resursu plūsmas sistēma sastāv no trīs līmeņiem - mežistrādes, pirmapstrādes un pēcapstrādes līmeņa (6. att.)



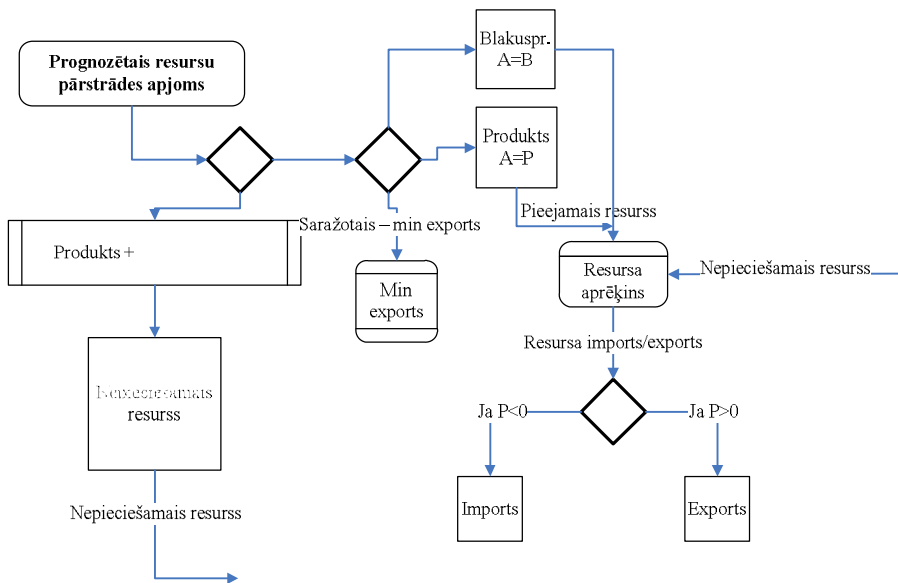
6.att. Meža nozares pārstrādes līmeņi
Fig. 6. Processing levels for the forest branch

Kad izveidots sistēmas konceptuālais modelis, nākamajā solī var izsekot un veidot sistēmas matemātiskās sakarības, kurās tiek iekļauti visi sistēmas ierobežojumi.

Sakarības tiek veidotas, lai sistēmā ietvertu un aprēķinātu:

- koksnes resursu plūsmu;
- nozares struktūru;
- atsevišķu produktu grupu izmaksu struktūru;
- koksnes pievienotās vērtības veidošanās struktūru;
- saistīto pakalpojumu nozaru ietekmes faktoros.

Att. 8. ir attēlota sektoru mijiedarbība un plūsmas aprēķinu pozīcijas. Katrā no plūsmas posmiem iekļauti aprēķini, kuri regulē plūsmu un aprēķina resursu un produktu apjomus. Plūsma tiek organizēta tā, ka pēc procesa, kad noteikts resursu apjoms, aprēķina produkciju, kuru saražos pārstrādes sektors. Tālākajā plūsmā tiek atrēķināts minimālais eksporta apjoms. Pēc šī procesa saražotie produkti tiek piedāvāti nākamajiem pārstrādes sektoriem un noteikta importa un eksporta attiecība. Papildus produkcijas plūsmai tiek uzrādīta blakusproduktu plūsma.



8.att. Modeļa struktūra

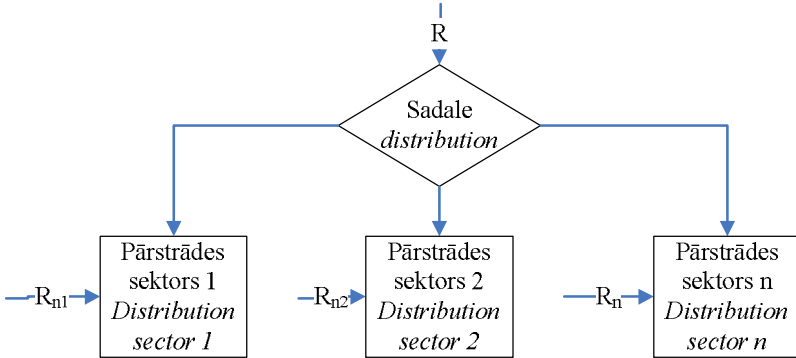
A - aprēķinātais resursu veids; B - blakusprodukts; P - galvenais ražošanas produkts

Fig. 8. The model structure

A- the estimated type of the resource; B- the byproduct; P- the principal product of manufacturing

Resursu apjomu, kuru saņems pārstrādes sektors, aprēķina, nosakot katrai pārstrādei, kura kandidē uz konkrēto resursu, sadales koeficientu.

Att. 9. attēlots sadales princips, kur resursi R tiek sadalīti starp vairākiem pārstrādes sektoriem. Katram pārstrādes sektoram ir noteikts resursu apjomus R_n , kuru būtu vēlams saņemt, bet reālais apjoms tiek noteikts tikai pēc sadales starp konkurējošiem pārstrādes sektoriem.



9.att. Resursu sadale starp pārstrādes sektoriem
Fig. 9. The resource distribution in the processing sectors

Katram pārstrādes sektoram attiecībā pret nepieciešamo resursu apjomu R_n nosaka procentuālu attiecību pret kopējo sektoru pieprasīto summu. Šo attiecību izmanto, lai sadalītu pieejamos resursu, uz kuriem kandidē vairāki pārstrādes sektori.

Resursu sadali starp pārstrādes sektoriem izsaka sekojoša sakarība:

$$P_R = R \cdot P_K, \tag{1}$$

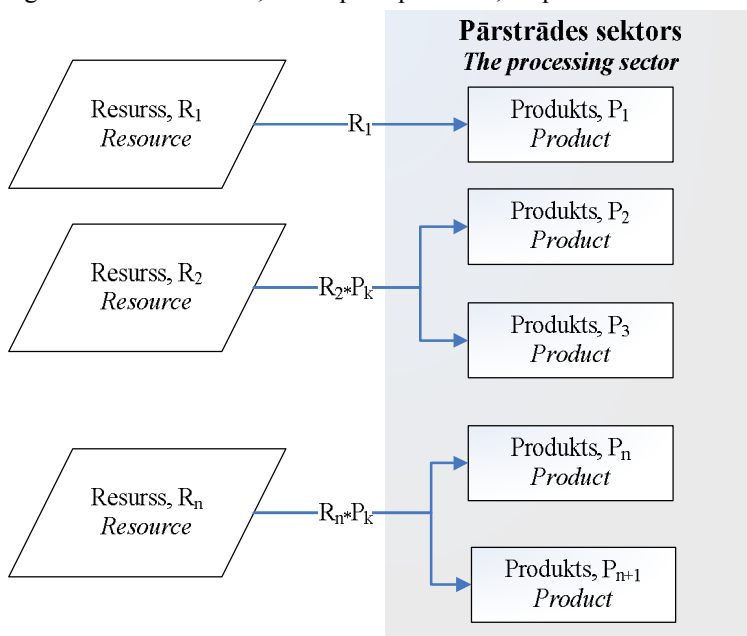
- kur: P_R - resursu apjoms, kuru saņems pārstrādes sektors;
 R - kopējais resurss konkurējošiem sektoriem;
 P_K - resursu sadales koeficients konkrētam pārstrādes sektoram.

Sektoriem, kuri kandidē uz konkrētu resursu:

$$\sum P_k = 1, \tag{2}$$

Resursu sadale tālākajā posmā tiek realizēta pašā pārstrādes sektorā. Šī sadale ir nepieciešama, ja pārstrādes sektorā ielūst vairāki resursi, kuri jāsadala starp vairāku produktu ražošanu.

Att.10. attēlots princips, pēc kura modelī tiek veikta resursu sadale pārstrādes sektorā. Starp pārstrādes sektoriem šis sadalījums var atšķirties. Tā veids ir atkarīgs no resursu veidiem, kuri ieplūst pārstrādē, un produktu dažādības.



10. att. Vairāku resursu sadale starp pārstrādes sektorā ražojamiem produktiem (autora veidots attēls)

Fig. 10 Distribution of several resources between the products manufactured in the processing sector (designed by the author)

Katrā pārstrādes sektorā tiek ražots produkts ar pievienoto vērtību. Sektoram pārstrādājot resursus, veidojas blakusprodukti, kuri tālākajā plūsmā vairs netiek attēloti. Blakusproduktu apjomu katram sektoram nosaka atšķirīgi (atkarībā no pārstrādes tehnoloģijas). Blakusproduktu koeficientu nosaka nozares eksperti. Saražotā produkta daudzumu pārstrādes sektorā nosaka sakarība:

$$P = P_R \cdot B_K, \quad (3)$$

kur: P - sektorā saražotais produkta apjoms;
 B_K - blakusprodukta koeficients, $B_K \leq 1$

Modelī ieviesti vairāki ierobežojošie faktori, kuri regulē sektoriem iegūstamo resursu apjomu. Pirmais ierobežojošais faktors tiek virzīts uz pieprasāmo resursu aprēķināšanu. Sākotnēji katram pārstrādes sektoram tiek aprēķināts resursu apjoms, kurš nepieciešams, lai nodrošinātu tā pilnvērtīgu darbību.

Resursu apjoms, kāds nepieciešams pārstrādes sektoram, nosaka sekojoša sakarība:

$$R_n = ((R_{g-1} - M_n) \cdot K + M_n) \cdot B_K, \quad (4)$$

kur R_n - aprēķinātais pārstrādājama resursa apjoms;

R_{g-1} - iepriekšējā gadā izmantotie resursi (ekspertu slēdziens);

M_n - paredzamais minimālais resursu apjoms pārstrādes sektoram;

K - pārstrādes sektora attīstības koeficients.

Attīstības koeficients sektoriem tiek aprēķināts no vairākiem faktoriem, piemēram, iekārtu amortizācijas, darbaspēka izmaksām, patērētās enerģijas, izmantoto resursu izmaksām u.c.

Attīstības koeficients nosaka, vai pārstrādes sektors attiecībā pret iepriekšējā gada rādītājiem paliks tai pašā līmenī, vai ražošanas apjomi pieaugs/samazināsies.

Pie nosacījuma:

- $K < 1$ - ražošanas apjomi samazinās, salīdzinot ar bāzes gadu;
- $K = 1$ - ražošanas apjoms saglabājas tādā pašā līmenī kā bāzes gadā;
- $K > 1$ - ražošanas apjomi palielinās, salīdzinot ar bāzes gadu.

Katram pārstrādes sektoram tiek noteikts minimālais saražotās produkcijas eksportējama apjoms. Kas automātiski tiek noņemts no kopējās saražotās produkcijas. Katram pārstrādes sektoram ierobežojumu nosaka atsevišķi.

Resursu plūsmā tiek izmantota vilkšanas metode, kur katrs pārstrādes sektors pieprasa resursus. Modeļa darbībā pastāv divi resursu plūsmas varianti:

- ja piedāvātais resurss netiek pieprasīts nevienā no modeļa sektoriem, produkts tiek nosūtīts uz eksportu;
- ja pietrūkst nepieciešamie resursi, lai saražotu aprēķināto produktu apjomu, iztrūkstošais resurss tiek importēts.

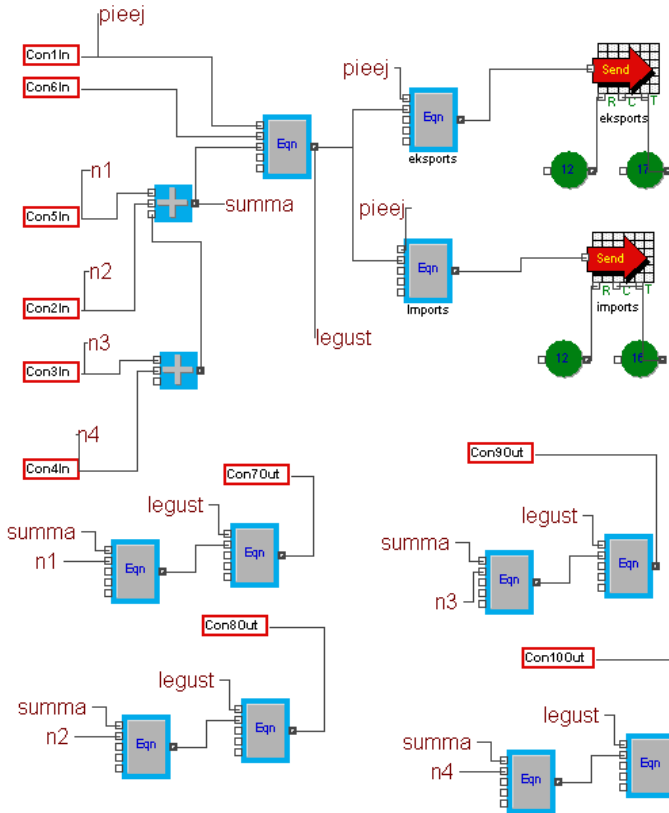
Papildus ierobežojumi katram pārstrādes sektoram tiek noteikti uz importa un eksporta lielumiem, un modelis nepieļauj to pārkāpšanu. Šis ierobežojums norāda iespējamo maksimālo lielumu. Katram pārstrādes sektoram šie ierobežojumi tiek noteikti neatkarīgi, kur maksimālo lielumu aprēķina atkarībā no scenārija attiecībā pret iepriekšējā gada periodu.

Resursu apjomu, kuru izmantos pārstrādes sektors, nosaka pēc sekojošās sakarības sistēmas:

$$\begin{aligned} & \text{ja } (R_n > P_R) \\ & \quad \{ \text{ja } (R_i + P_R < R_n) \\ & \quad \quad \{ R_p = P_R + R_i \\ & \quad \text{pretēji} \\ & \quad \quad R_p = R_n \} \\ & \text{pretēji} \\ & \quad R_p = P_R \} \end{aligned}$$

kur R_i - pārstrādes sektora maksimālais resursu importējamais apjoms;
 R_p - faktiskais resursu apjoms, kuru izmantos pārstrādes sektors.

Lai atvieglotu rezultātu iegūšanu pēc uzdotajiem scenārijiem, tiek veidots simulācijas modelis izmantojot datorprogrammu *Extend Industry*. Tā savukārt ir veidota uz objektu orientēto sistēmu būtības. Simulācijas modelis veidots, izmantojot datorprogrammas standarta blokus, kuri savā starpā ir savienoti loģiskajā shēmā (11.att.).

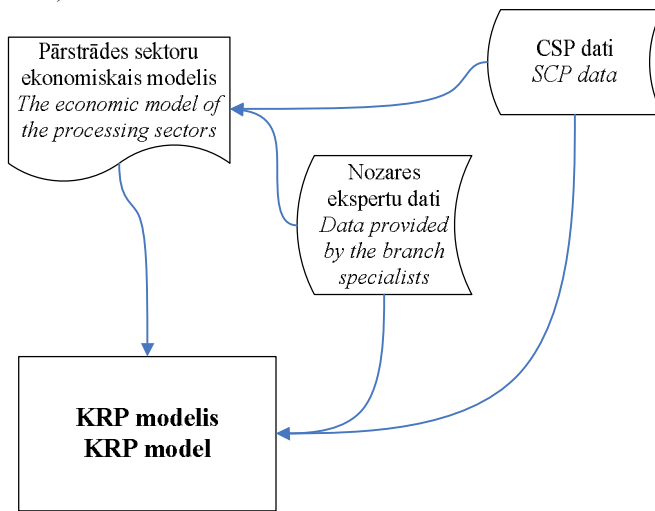


11. att. Simulācijas modeļa bloka piemērs, kurš attēlo resursu sadali
Fig. 11. An example of the model of the simulation block presenting the resource distribution

Datu ievadei un izvadei tiek izmantota datorprogramma *Microsoft Excel*. Modelī tiek ievadīti statistiskie dati par bāzes gadu un scenārija dati par aprēķināmajiem gadiem. Simulācijas modelis iegūtos rezultātus nosūta uz *Microsoft Excel* datu lapā sagatavoto matricu.

4. PIEPRASĪJUMA UN PATĒRIŅA ANALĪZES MODEĻA IZMANTOŠANAS METODIKA

Koksnes resursu plūsmas interaktīvā pieprasījuma un patēriņa modeļa darbība ir saistīta ar vairākiem datu avotiem un pārstrādes sektoru ekonomisko modeli (12. att.).



12. att. KRP modelis un tā datu avoti (autora veidots attēls)
Fig. 12 KRP model and data sources (designed by the author)

Koksnes resursu plūsmas modelis ir veidots, lai spētu darboties ar statistiskiem datiem. Tomēr modeļa pilnvērtīgai darbībai nepieciešami dati, kurus dinamiski sniedz pārstrādes sektoru ekonomiskais modelis un dati no CSP vai nozares ekspertiem.

Pārstrādes sektoru ekonomiskā modeļa aprēķinu rezultāti nodrošina KRP modeli ar dinamiskiem datiem par sektoru pārstrādes jaudas izmaiņām attiecībā pret iepriekšējo analīzes gadu.

KRP un pārstrādes sektoru ekonomiskais modelis izmanto CSP un nozares ekspertu datus. Šie dati nepieciešami, lai definētu KRP modeļa aprēķinu bāzes punktu, no kura tiek aprēķināti nākošie analizējamie gadi.

4.1. Datu ievades lauki

Nepieciešamie KRP modeļa dati tiek ievadīti MS Excel datu lapā. Šim modelim darbojoties, datus automātiski importē modelī. Excel datnes nosaukums izveidots nemainīgs. Tā nosaukumu, kā arī pašas datnes darba lapas nosaukumus, nedrīkst izmainīt, jo tie cieši saistīti ar KRP modeļa programmiskā koda uzbūvi.

Pārstrādes sektoru ekonomiskā modeļa aprēķini ir apvienoti ar KRP modeļa ieejas datu laukiem. Šajā posmā notiek sākotnējie aprēķini, un sagatavoti dati KRP modelim.

KRP modeļa ieejas datu lauku, kuri nepieciešami modeļa darbībai, attēloti 1. tabulā.

1. tabula

KRP simulācija modeļa datu ievades lauki

<i>Nr.p.k.</i>	<i>Lauka nosaukums</i>	<i>Apraksts</i>
1.	<i>min_raz</i>	Minimālais ražošanas apjoms, kuru ražos pārstrādes sektors. Nosaka nozares eksperti.
2.	<i>min_exp</i>	Minimālais eksportējamais apjoms, kuru eksportēs pārstrādes sektors. Nosaka nozares eksperti.
3.	<i>max_imp</i>	Maksimālais importējamais apjoms, kurus importēs pārstrādes sektoram. Tiek aprēķināts pārstrādes sektoru ekonomiskajā modelī.
4.	<i>liet_izn</i>	Lietderīgais iznākums no resursiem, kurus pārstrādājot tiek ražots produkts. Nosaka nozares eksperti.
5.	<i>cen_ind</i>	Produkta cenas izmaiņas indekss attiecībā pret iepriekšējo aprēķinu periodu. Nosaka nozares eksperti.
6.	<i>K</i>	Norāda pārstrādes sektoru jaudu attiecībā pret iepriekšējo gadu. Tiek aprēķināts pārstrādes sektoru ekonomiskajā modelī.
7.	<i>imp</i>	Pārstrādes sektora importētais apjoms aprēķinu bāzes gadā. Nosaka nozares eksperti.
8.	<i>raz</i>	Pārstrādes sektora saražotais produkcijas apjoms aprēķinu bāzes gadā. Nosaka nozares eksperti.

4.2. Statiskā informācija un tās avoti

Lietojamā statiskā informācijas apzināšana, apkopošana, sagatavošana un piemērošana modeļa vajadzībām ir ļoti būtisks posms modeļa sekmīgai darbībai. Kļūdas un neprecizitātes, kuras tiek pieļautas šajā posmā, ļoti būtiski ietekmē gala rezultātus. KRP modeļa vajadzībām tiek izmantoti dažādi statiskās informācijas avoti.

Pamat statiskās informācijas datu bāzi veido Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze un publikāciju statiskā informācija. Tiek izmantoti arī citu institūciju, organizāciju un nozares ekspertu apkopotā un rīcībā esoša informācija.

KRP simulācijas modeļa ieejas datiem, lai to rezultāti būtu salīdzināmi, jābūt pēc vienotas mērvienības. Pamat mērvienība, kura raksturo koksnes resursu un produktus, ir - m³. Simulācijas modelī nav noteikti ierobežojumi, kas neļautu izmantot citu mērvienību.

Produktu lietderīgo iznākumu attiecībā pret resursu nosaka procentuālā attiecība, tā lielums ir jānosaka procentos.

Koeficienta K lielums, kuru iegūst no pārstrādes sektoru ekonomiskā modeļa, ir robežās no 0.1 līdz 1.9 (neitrālā vērtība ir 1).

4.3. Datu izvades lauki

Darbības laikā KRP simulācijas modelis nodrošina ar informāciju par resursu plūsmu. Simulācijas modelis programmiski ir konstruēts, lai iegūtos rezultātus izvadītu uz *MS Excel* speciāli sagatavotu datu matricu.

Iegūtās informācijas mērvienība ir līdzvērtīga ievadītās informācijas mērvienībai. Pamatinformācija, kuru sniedz KRP simulācijas modelis, ir attēlota 2. tabulā

2. tabula

KRP simulācijas modeļa rezultātu izvades lauki

<i>Nr.p.k</i>	<i>Lauka nosaukums</i>	<i>Apraksts</i>
1.	<i>prod_apj</i>	Aprēķinātais apjoms, kuru pārstrādes sektors piedāvā, tālākai pārstrādei.
2.	<i>res_apj</i>	Aprēķinātais resursu apjoms, kuru patērē pārstrādes sektors
3.	<i>prod_min_exp</i>	Minimālais produktu apjoms, kuru eksportēs
4.	<i>prod_exp</i>	Produktu apjoms, kuru eksportē papildus minimālajam eksportam
5.	<i>exp</i>	Produktu minimālā un papildus eksportu summa

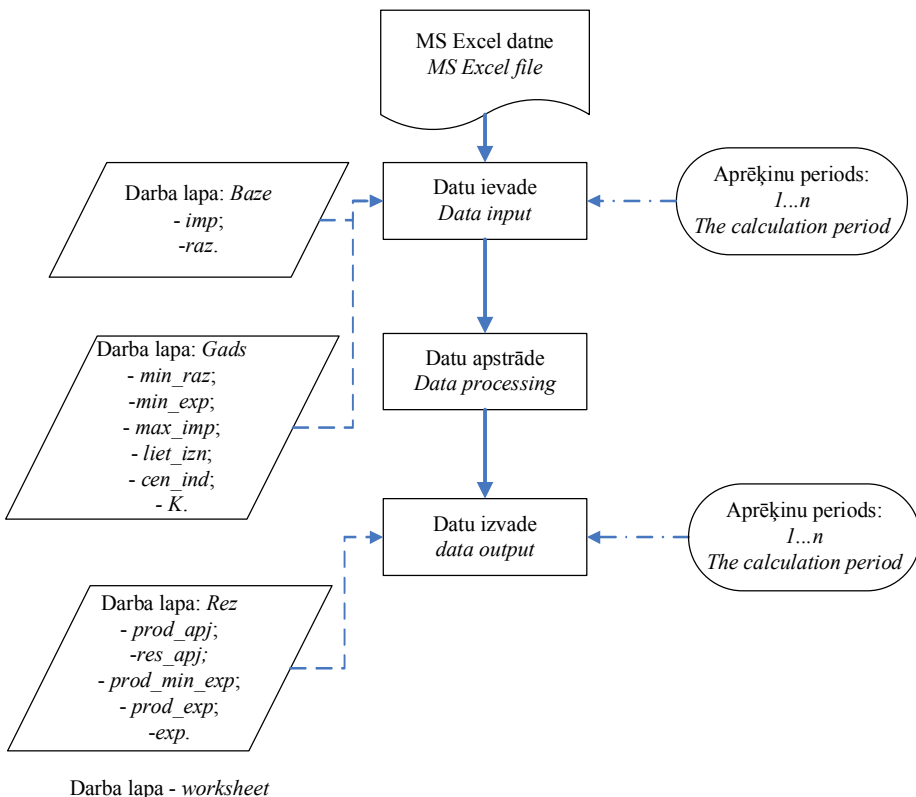
Papildus pamatinformāciju, no KRP simulācijas modeļa jebkurā darbības brīdī var iegūt papildus informāciju, kura attiecas uz plūsmā esošo sektoru darbību. Lai piekļūtu šai informācijai, nepieciešams KRP simulācijas modeļa datne un *Extend* palaidēj programma. Izmatojot *Extend* palaidēj programmu, iespējams aplūkot KRP simulācijas modeļa pilnīgu struktūru, kā arī pie darbības aplūkot komponentu darbību un tās ieejas un izejas parametrus. Ar šīs programmas palīdzību var mainīt simulācijas modeļa darbības parametrus, bet nevar izmainīt tā struktūru.

4.4. KRP modeļa lietošanas metodika

KRP modelis sastāv no divām datnēm - *MS Excel* un *Extend*. Šīm datnēm ir jāatrodas vienotā direktoriijā. KRP simulācijas modeļa datu ievadei un izvadei var izmantot tikai *MS Excel* datni. Šajā datnē jāievada ieejas informācija par pārstrādes sektoriem, kuri iekļauti KRP simulācijas modeļa struktūrā, un datu izvade raksturo tikai simulācijas modelī iekļautos moža nozares sektorus.

Att. 13. parādīts ar KRP simulācijas modeli saistītais lietošanas process. Pirmais process ir datu ievade *Excel* datnes darba lapās – „*Baze*” un „*Gads*”. Saistībā ar to, ka KRP simulācijas modelis spēj analizēt informāciju par vairākiem pārskata periodiem, nepieciešams aizpildīt darba lapas „*Gads*_{1...n}”.

Pēc visas pamatinformācijas ievadīšanas seko KRP simulācijas modeļa darbināšana un iegūto rezultātu analīze.



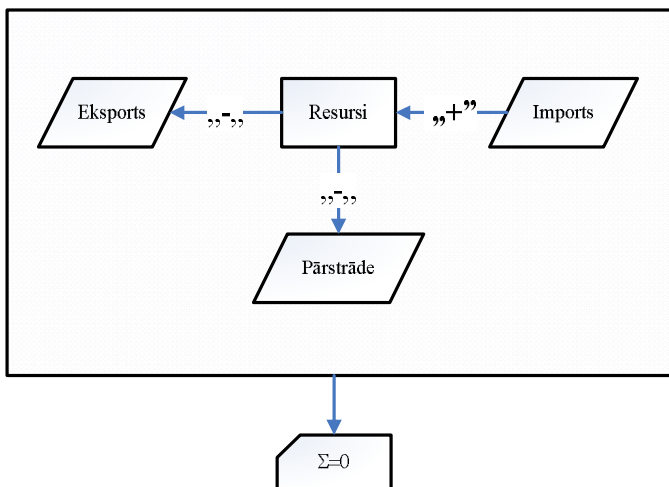
13. att. KRP simulācijas modeļa datu ievades, apstrādes un izvades procesu shēma
Fig. 13. Diagram of the input, processing and output data of the KRP simulation model

5. MODEĻA PĀRBAUDE UN PLŪSMAS SIMULĀCIJA

Lai izstrādātais modelis varētu pilnvērtīgi raksturot un aprakstīt Latvijas meža nozari, tas jāpārbauda. Nepieciešams veikt modeļa loģiskuma pārbaudes, sistēmas *jutīguma* (angļu val. *sensitive*) un atbilstības analīzi.

Sistēmas loģiskumu var pārbaudīt pēc vairākiem parametriem. Viens no veidiem, lai pārbaudītu sistēmas pareizību, ir aplūkot un analizēt skaitļu summas, kā arī izsekot plūsmas sakarības.

Att. 14. uzskatāmi parāda resursu sadalījumu starp pārstrādi, eksportu un importu. Aplūkojot šo sadali matemātiski, sasummējot šīs plūsmas, gala rezultātam ir jābūt vienādam ar nulli.



14.att. Modeļa summas pārbaude
Fig 14. Verification of the model sum

Modeļa darbībā ir jāpārbauda katra pārstrādes sektora saražotās produkcijas apjoms, to salīdzinot ar pieprasītās produkcijas apjomu. Pārbaude jāveic, jo katra pārstrādes sektora savienojums modelī tiek konstruēts atsevišķi.

Modelis	mežizstrāde	garen-zāģošana	drāšana, lobīšana	Plātņu rūpniecība	koksnes virpošana (ne gulbūves)	namdari, būv. galdniecība, galdniecība	mēbeļrūpniecība	taras ražošana	imports	Eksports + minimālais eksports
Lietaskoksne	6,76	7,35420	0,525000		0,48213	0,479027			2,74	0,66
PV zāģmateriāli: Efektivitātes	3,36			0,40					0,00	2,96
PV zāģmateriāli: Nišas						0,06				0,06
TMŽ zāģmateriāli: Efektivitātes						0,22				0,02
TMŽ zāģmateriāli: Nišas		2,53				0,48	0,04	0,15	0,00	1,86
Kokskaudu plātnes		1,14				0,96	0,04	0,15	0,12	0,11

15.att. Resursu sadalījums
Fig 15. Distribution of the resources

Attēlā 15. ir dots piemērs, kurš parāda, kā tiek sadalīts lietkoksnis apjoms. Lai nodrošinātu pieprasījumu pēc lietaskoksnis, modelis aprēķinājis nepieciešamo importa apjomu. Aprēķinā parādās arī eksporta rādītājs. Šajā gadījumā tas norāda, ka bāzes datus ir norādīts minimālais lietaskoksnis eksporta apjoms. Summējot visus šos parametrus, kur patērētājs un eksports ir ar "-" zīmi, summai jābūt nulles vērtībā.

$$6.76 - 7.35 - 0.53 - 0.48 - 0.48 + 2.76 - 0.68 = 0 \quad (6)$$

Šis piemērs parāda, ka modeļa aprēķins ir pareizs.

Viens no modeļa galvenajiem trūkumiem ir, ka tā darbības regulācijā tiek izmantoti vairāki koeficienti, kurus nosaka eksperti, līdz ar to padarot šo sistēmu jūtīgu un atkarīgu no ekspertu viedokļa. Šie koeficienti nosaka plūsmas virzienu, blakusproduktu sadali u.c. plūsmas parametrus.

Pārbaudot simulācijas modeli pēc jutīguma metodes, var secināt, ka modelis strādā stabili. Tā rezultātu izmaiņas izskaidrojamas saistībā ar ieejas datiem.

Koksnis resursu plūsmas modelis ir publicēts starptautiskās publikācijās un prezentēts vairākās starptautiskās konferencēs. Kā arī MAF fonda finansētu projektu ietvaros tas prezentēts Latvijas meža nozares ekspertiem, kuri norādīja uz simulācijas modeļa nepilnībām un nepieciešamību pēc padziļinātas izpētes.

6. SCENĀRIJI UN TO REZULTĀTI

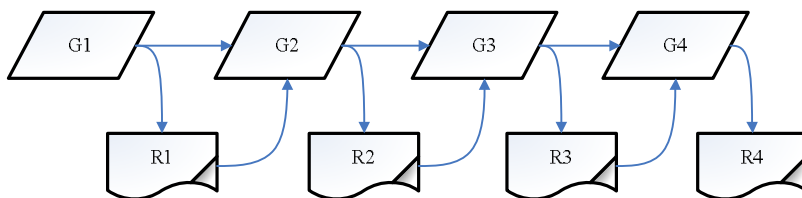
Meža nozares resursu plūsmas simulācijas modelis ir veidots elastīgs ar iespēju ievietot, koriģēt un papildināt plūsmas scenārijus. Simulācijas modelis iespējams, jebkurā laikā ievietot papildus kritērijus vai ierobežojumus koksnis resursu plūsmas vadībā. Simulācijas modelis ir veidots ar iespēju jebkurā laikā to papildināt ar nepieciešamām funkcijām un algoritmiem, lai analizētu koksnis resursu plūsmu. Šī iespēja ļauj nepārtraukti uzlabot modeļa darbību un iegūt pēc iespējas plašāku apstrādāto informāciju.

Scenārijus var veidot lielā variācijā. Tiklīdz tiek izmainīts kaut vien no plūsmas ietekmējošiem faktoriem vai koeficients, veidojas jauns scenārijs ar attiecīgiem izejas rezultātiem.

Tika analizēti trīs meža nozares attīstības scenāriji.

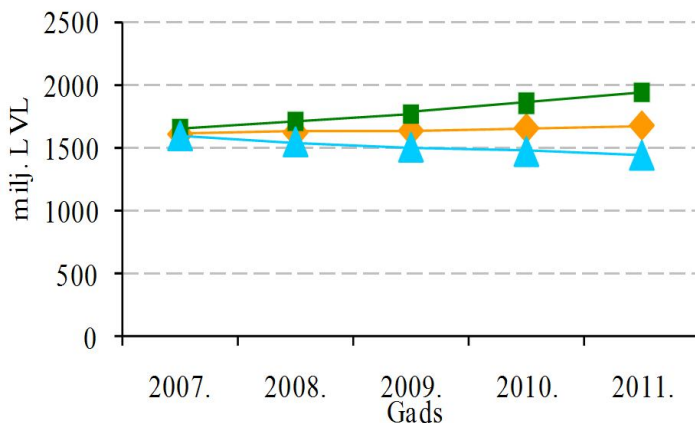
- Pirmajā scenārija tika iestrādāts, ka pārstrādes sektoru ražošanas jauda paliek nemainīga.
- Otrajā scenārijā iestrādāja, ka pārstrādes sektoru ražošanas jauda ar katru gadu pieaug.
- Trešajā scenārija tika iestrādāti vairāki kritēriji, kas noteica ierobežojumus uz lietkoksnis pieejamību, zāģmateriālu ražošanas jaudas pieaugumu un ražošanas jaudas samazinājumu pārējiem pārstrādes sektoriem.

Scenāriju analizē izmanto meža nozares ekspertu sniegtos datus par sektoriem, kurus iekļauj resursu plūsmas modelī. Tā darbībai nepieciešama informācija par katru modeļa sektoru. Ja kāda informācija par sektoru iztrūkst - modeļa darbība neapstājas. Tā turpina darboties, vienīgi no iztrūkstošā sektora atkarīgie apakšsektori vairs netiek analizēti. Par bāzes (bāzes periodu) gadu tiek noteikts 2006. gads, pēc kura attiecīgi tiek analizēts katrs nākošais periods. Par katra analizējamā gada aprēķinu bāzes datiem tiek noteikti iepriekšējā gada rezultāti (16 att.).



16.att. Datu plūsma
Fig. 16. Data flow

Modeļa darbībai tiek noteikta sekojošā informācija par bāzes gadu. (G1, G2,...,Gn - aprēķinu periodi, R1, R2,...,Rn - aprēķinu periodu rezultāti) Scenāriju rezultāti ir attēloti 17. attēlā, kur arī parādās scenārijos iekļauto faktoru ietekme uz resursu plūsmu.



17. att. Meža nozares lielums lats (autora veidots attēls)

◆ 1.scenārijs ◆ 2.scenārijs ◆ 3.scenārijs

Fig. 17. The largeness of the forest branch in lats (designed by the author)

◆ 1st scenarios ◆ 2nd scenarios ◆ 3rd scenarios

Pēc 17. attēlā parādītiem scenāriju rezultātiem visoptimālākais ir otrais scenārijs.

Otrajā koksnes resursu plūsmas scenārijā analizēja meža nozarē saražoto un eksportēto apjomu pie nosacījumiem, ja:

- netiek ierobežota resursu pieejamība;
- visi pārstrādes uzņēmumi strādā ar palielinātu jaudu attiecībā pret iepriekšējo gadu, $K=1.1$;
- minimālais eksporta apjoms ir noteikt 0 %.

Ar lejupslīdes tendenci (skatīt 17.att.) ir trešais scenārijs, kuram tika noteikti sekojoši faktori:

- lietaskoksnes resursi ar katru gadu samazinās, un tā maksimālā importa pieaugums ir 10 %;
- zāģmateriālu ražošanas sektora jauda attiecība pret iepriekšējo gadu pieaug, $K=1.1$;
- Visiem atlikušajiem pārstrādes sektoriem ražošanas jauda samazinās, $K=0.95$;
- minimālais eksporta apjoms noteikt 0 %.

SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI

Secinājumi

1. Meža nozares attīstības tendences liecina par to, ka meža resursi, koksnes produktu ražošana, tirdzniecība un patēriņš ir savstarpēji saistīti vienotā funkcionālā sistēmā, kas izpaužas ļoti izteiktā jutīgumā pret atsevišķo sastāvdaļu izmaiņām.
2. Sistēmas darbības vienojošais elements ir koksnei pievienotās vērtības veidošanās visā tās izmantošanas ķēdē, kas izpaužas atsevišķo sektoru konkurētspējā resursu iegādē. Tādēļ meža nozares kopējo tendenču modelēšanai izmantojama pieprasījuma un patēriņa simulācija.
3. Izmantojot interaktīvo pieprasījuma un patēriņa simulācijas modeli, liela uzmanība jāpievērš datu, ko izmanto katra sektora raksturošanai, izvēlei un definēšanai, jo meža nozare ir kompleksa sistēma un sektori savā starpā ir funkcionāli saistīti.
4. Izstrādātais interaktīvais pieprasījuma un patēriņa simulācijas modelis nodrošina iespēju vienlaikus variēt ar alternatīviem resursu plūsmas scenārijiem.
5. Izmantojot autora piedāvāto interaktīvo pieprasījuma un patēriņa simulācijas modeli, var analizēt meža nozares: struktūru un to sektoru savstarpējo mijiedarbību; ieguldījumu Latvijas tautsaimniecībā (pievienotās vērtības kopējā struktūrā, IKP, eksportā) un prognozēt dažādus attīstības scenārijus.
6. Darbā analizētajiem citās valstīs izstrādātajiem modeļiem piemīt viens būtisks izmantošanas ierobežojums - nav iespējams izveidot universālu nozares modeli. Meža nozaru sistēmās pastāv ļoti daudz faktoru, kuri raksturo konkrēto valsti, ģeogrāfisko atrašanās vietu un vēsturisko attīstības pieredzi.
7. Statistikas informācija nesniedz pilnu informāciju par meža nozares sistēmā iekļauto sektoru rādītājiem, līdz ar to padarot šo informāciju atkarīgu no ekspertu viedokļiem.

Priekšlikumi

Izveidotais koksnes resursu plūsmas algoritms ir atkarīgs no vairākiem statistiskiem datu faktoriem, kuri ietekmē plūsmu. Pētījumi ir jāturpina, lai izveidotu ietekmējošo faktoru algoritmus, kas ļautu padarīt šo sistēmu stabilāku un uz aprēķinu metodēm balstītu.

DARBA APROBĀCIJA

PUBLIKĀCIJAS PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU

1. Ošs J., Pušinskis V. Mechanical properties of plywood calculation. International Scientific Conference proceedings "Research for rural development 2004", Jelgava, 2004. pp. 209.-214.
2. Ošs J., Rivža P. The simulatin model of wood resource flow, International Scientific Conference Proceedings "Economic science for rural development" Nr.11. LLU, Jelgava, 2006., pp. 145.-149.
3. Spulle U., Ošs J., Pušinskis V. Initial Research of Strength of the Wooden Pallets. International Scientific Conference Proceedings, Research for Rural Development 2006, 2006, pp. 284.- 288.
4. Ošs J. The model of wood resource flow, Modelling and Simulation '2006, Francija, Eurosis-ETI, 2006., pp. 47.-49.
5. Ošs J, Simulation method for the analyze of wood resource flow. International Scientific Conference "Research for rural development 2007", LLU, Jelgava 2007, pp. 160.-166.
6. Domkins A., Ošs J. Simulation method for the wood resource flow analysis. COST Action E44 Conference "Modelling the Wood Chain: Forestry - Wood Industry - Wood Porducts Markets" 2007, pp. 153.-159.

DALĪBA ZINĀTNISKAJĀS KONFERENCĒS PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU

1. *Mechanical properties of plywood calculation.* Research for Rural Development 2004, LLU, Jelgava, Latvija, 2004. 19-22.maijs.
2. *The simulation model of wood resource flow.* Economic Science for Rural Development, LLU, Jelgava, Latvija, 2006.
3. *The model of wood resource flow.* Modeling and Simulation '2006. Tuluza, Fracija, 2006.
4. *Simulation method for the analyze of wood resource flow.* Research for rural development 2007. Jelgava, Latvija, 2007. 18.-20. oktobris
5. *Simulation method for the wood resource flow analysis.* Modelling the Wood Chain: Forestry - Wood Industry - Wood Porducts Markets. Helsinki, Somija, 2007. 17-19. septembris

INTRODUCTION

The forest is the greatest treasure and one of the resources which possesses ability to considerably rapidly regenerate.

The forest resources are attributed to the most significant renewable natural resources in Latvia and fully ensure the local consumption as well as allows to export the wood resources and their products, makes a great contribution to the national economy of the country.

Latvia is rich in forests as they occupy 3603 thousand ha or 55.8 % of the territory of the country, including the forests-3305 thousand ha.

As the comparison, it can be mentioned that in Europe, the forests averagely occupy 33 % of the terrestrial territory. In Latvia, the total growing stock of trees has uninterruptedly increased reaching 631 million m³ in the year 2006. Compared to the start of the previous century, it has increased 3.8 times but in the last decade it has increased on 173 million m³.

In the year 2006, 9.8 million cubic meters of wood is felled of which 4.41 million cubic meters are obtained in the state forests, 5.14 million cubic meters- in the forests of the private forest owners and 0.25 million-in the forests of the local authorities.

The yearly amount of timber felling increased until the year 2002 reaching 12.2 million m³ but starting with the year 2003, the volume of timber felling stands slightly decreased except the year 2005 when due to the eliminating consequences of the windfall, the volume of timber felling slightly increased.

The forest branch merges the forest resources and manufacturing of the forest produce, trade and consumption in a unified system where its component parts are interconnected. It embraces silviculture, timber industry, chemical processing of wood and non-wood produce.

Several other branches are linked with the forest branch out of which transport branch has the tightest link with it. Tiny ports, pretreatment and post-treatment enterprises depend on the transport branch, thus, making it very sensitive to changes in the branch.

In the country, the reforms in the forest branch and integration into the EU have positively affected the economic development of Latvia. On the whole, the forest branch makes an essential contribution to the gross domestic product of Latvia. Its contribution to the GDP reaches 7.5 %. At least the third part of it is created in the regions of Latvia where enterprises of the forest branch are the main source of income. In the year 2006, the total number of enterprises operating in the branch amounted to 2717 enterprises.

In the processing industry, the increase is not so rapid. In the period from the year 2004 to the year 2006, the yearly volume of output averagely increased on 6.2 % in the processing industry. For several years, growth is not observed in the timber industry-in the year 2006, the volume of output even slightly decreased.

Due to the comparatively low costs of raw materials and manpower so far, the Latvian enterprises have managed to conquer part of the global market of wood products. Operating in the open economic space, the price leveling takes place.

Latvia has lost its former preferences and it is necessary to rapidly increase efficiency to maintain competitiveness.

In the year 2006, export of wood and wooden products formed approximately the fourth part of the total export in the country. As a positive trend should be marked that export of lumber with low added value has decreased-from 37 % in the year 2000 to 22 % in the year 2006 while in the export proportion of plywood, sawdust pallets and of various wooden products as well as of lumber with a higher added value has increased.

During the last five years, the output manufacturing with a high added value has rapidly developed as shown by increase of the proportion of the processing sectors in the timber industry. With the development, range of the assortment has increased- furniture and its parts, carpenter and joinery ware, prefabricated wooden building structures, garden furniture and equipment, wooden toys, etc., are manufactured and they are demanded in the market.

In the recent years, a rapid concentration of the sawing capacities and, wherewith, decrease of the number of enterprises is observed in Latvia. It is explained by the considerable increase of competitiveness in utilization of the forest resources as well as costs of manpower and energy resources have increased.

Increase in the production costs has become one of the most aggravating problems in manufacturing. The development of the Latvian forest branch is strongly affected by the availability and costs which rapidly drop for the reason of immigration and development of construction. It leads to the cost increase in enterprises and to the need for investments in technologies and raising efficiency as well as to seeking new niches and designs. As a heavy issue is to be mentioned the extremely rapid change of employees as well which averagely reaches 22 % per year.

A rational utilization of the forest resources and their processing in woodworking enterprises could allow this manufacturing branch to become the most effective among other manufacturing branches. With the increase of utilization of the wood resources, a fundamental question arises- how usefully and effectively wooden resources are utilized and how the waste wood is brought into effect.

To respond to the questions asked in the branch, how to analyze the entire forest branch and to examine its prospective scenarios of development, it is necessary to have the analysis instrument for the forest branch.

The forest branch is a rather complicated system based on activities. In the branch, many attainable targets exist which can be successfully solved together. Likewise, in the system many components and elements exist which additionally operate defining trends of its development. The flow of resources is determined by several affecting factors which are found both inside the branch and outside it.

In relation to the forest branch, many planning and development models are designed. A unified data basis is created where the samples and algorithms of the worked out models are piled in relation with the entire forest branch or every involved sector separately.

However, one essential restricting factor of utilization is connected with these models-it is impossible to work out a universal model.

In the system of the forest branch, very many factors exist which characterize a definite country or location. These factors can be attributed to the state or the political, economic, the physical or indices of other types of the resources.

Most of the worked out models of the forest branch are based on the analysis of a definite sector, for instance, on the analysis of the economic issues or on forecasting the resource increase.

However, from the examined sources of models it has to be found that models are not worked out which analyze the entire forest branch including the flow of resources in all the involved processing sectors. Several authors have mentioned modeling of the added value chain. For instance, the author Anders Baudin has analyzed the demand for the lumber and round-wood from the construction aspect and has included analysis of the added value increase.

However, these models do not show the sectors which process the wood resources and their competitiveness or demand for other wood resources. Likewise, they do not show connection of the processing sectors with increase chain of the added value.

The carry out analysis of the flow of wood resources in Latvia, the aim is set to work out algorithm for calculations which describes the entire forest branch at large.

Applying the calculation algorithm for a full analysis of the forest branch, it is necessary to work out an interactive model for the demand and consumption. It should embrace all the branch sectors which are connected or affect the flow of resources.

The aim of the promotion paper is by investigating the forest branch and its sectors at large, to work out methods for the analysis of the demand and consumption of wood resources based on the simulation model.

To attain the aim of the research, the following **research assignments** are moved forward:

- recognizing and describing the consumption sector of wood resources;
- study of the world experience in modeling processes in the forest branch;
- study of the affecting factors of the flow of wood resources and their interaction;
- working out the algorithm for the analysis of the flow of wood resources;
- working out methods for the analysis of the interactive demand and consumption of the flow of wood resources;

Methods of the research and the scientific novelty

The research, according to the set aim and the assignments arising out of it, is carried out by the methods of the mathematical calculation and computer modeling and data analysis. The methods are based on the analysis of the forest

branch and its sectors, working out the algorithm for the mathematical calculations and working out the simulation model based on it by the aid of which the flow of wood resources is analyzed.

The visual modeling computer programs MS Visio, the simulation computer program Extend Industry and the data processing program MS Excel are used in the research.

The scientific novelty of the promotion paper is as follows:

- the algorithm for the analysis of the flow of wood resources is worked out which is based on the information obtained from the processing sectors;
- the interactive demand and consumption model for the flow of wood resources is worked out based on the worked out algorithm of the analysis of the flow of resources;
- the research methods and the worked out interactive model of the demand and consumption can be used for the analysis of the forest branch and flow of wood resources in Latvia;
- the given algorithm of the flow of resources and the interactive model of the demand and consumption allows to analyze the system of the forest branch where all the processing sectors are included in the system.

The practical value of the research in the development of the forest branch.

Applying the worked out algorithm of the flow of wood resources in the forest branch it is possible to

- analyze the structure of the forest branch;
- analyze the structure of costs for separate groups of products;
- analyze the development structure of the added value for wood;
- analyze the effect factors of the connected service branches.

The promotion paper has been worked out at the Wood Processing department of the Forest Faculty of LUA, at the Forest and Wood product Research and Development Institute and with the support of the Latvian Forest Industry Federation.

The aim of the scientific work: to work out the methodology of the analysis of wood resources demand and consumption, based on the simulation model.

The following tasks have been set to achieve the aim of the work:

- identifying and characterizing the wood resources consumption sectors;
- research on world experience in the modeling of processes of forest sector;

- research on the influencing factors of the flow of wood resources and their interaction;
- elaboration of the algorithm of the analysis of the flow of wood resources;
- elaboration of the methodology of the analysis of the interactive demand and consumption of the flow of wood resources;

The paper has been structured into five chapters:

- Chapter 1: presents the review of the bibliography on the Latvian forest sector, its description and trends of development as well as the influence of the related sectors;
- Chapter 2: contains research on the models of world forest sectors, their structure and principles of operation;
- Chapter 3: deals with the results of research pertaining to the algorithm of the analysis of the flow of wood resources, elaborating an interactive demand and consumption model;
- Chapter 4: presents the methodology of the use of demand and consumption analysis model;
- Chapter 5: deals with the checking of the interactive demand and consumption model, analyzing it according to the correctness of logics, correspondence of coefficients and sensitivity response;
- Chapter 6: presents the results of the research using the interactive demand and consumption model, analyzing three flow scenarios.

The paper contains 108 pages, 58 figures and 18 tables.

Bibliography contains 68 sources.

1. ANALYSIS OF THE SITUATION AND TRENDS OF DEVELOPMENT

The forest branch embraces in itself both enterprises closely connected with wood processing and enterprises providing services for this branch. The branch merges the forest resources and manufacturing of forest produce in a unified system where its component parts are interconnected. It embraces silviculture, timber industry and the chemical processing of wood and non-wood produce.

The Latvian forest branch is divided into three main groups- timber cutting, woodworking and furniture manufacturing. In turn, the woodworking industry is additionally divided in processing groups- round-wood, lumber, wood panel, woodchip and shaves, waste wood and firewood ones.

The growth of the branch and its tempo of development is mainly ensured by the stable inland demand. Since regaining the independence, the outer volume of trade with the EU countries has increased and in the year 2007, 75 % of the Latvian export and import is connected with the EU.

In Latvia, timber industry is the only branch with a positive export and import balance. In turn, the proportion of silviculture as the main basis of raw materials for wood processing in the total added value forms approximately 1.5 % and in the last decade, its average tempo of growth was near 10 %.

On the whole, the forest branch makes an essential contribution to the gross domestic product. The forest branch contribution to the GDP reaches 7.5 %.

In Latvia, the aggregate growing stock has uninterruptedly increased in the year 2006 reaching 631 million m³. Compared to the start of the last century, it has increased 8.4 times, within the last decade it has increased on 84 million m³ (see figure 1).

In recent years, a rapid concentration of the sawing capacity and decrease in the number of enterprises can be observed. It can be explained by a considerable increase of competitiveness in the use of the wood resources as well as by the increasing costs of labor force and energy resources.

In the last five years, manufacturing the output with a high added value has rapidly increased as shown by increase of the proportion of this sector in the wood industry. With the development, the range of assortment has increased- furniture and its parts, carpenters' and joiners' goods, prefabricated wooden building structures, garden furniture and equipment, wooden toys and other market- demanded output is manufactured.

The main analysis of the wood resource flow is carried out by the Forest Policy Department under the Ministry of Agriculture. Using the statistic information provided by the State Forest Service and the Central Statistic Department, the wood resource flow in the country is described and analyzed. The applied methods of analysis face essential restrictions. The methods are based on the statistical data without delving into the specificity of the processing sector.

2. EXPERIENCE IN CREATING MODELS FOR THE FOREST BRANCH ANALYSIS

The forest branch is rather complicated system based on activities. It embraces lots of attainable targets which can be successfully attained together. Similarly, the system embraces many components and elements which operate additionally determining tendencies of its development. It shows that the forest science is an example of a problem based on several criteria and the human choice.

In relation to the forest branch, lots of planning and development models are designed. A unified data basis is created ([http:// www.eau.ee/-mbaas](http://www.eau.ee/-mbaas)), where the developed samples and algorithms of the models are stored in relation to the entire forest branch or every involved sector separately.

However, one essential restrictive fact is related to the given models-it is impossible to develop a universal model. In the system of the forest branch, lots of factors exist which describe a definite country or its location.

Majority of the developed models for the forest branch are based on the analysis of one definite sector, for instance, on the analysis of the ecological issue or on forecasting the resource increase.

Models are developed which unite several sectors, for instance, determining the place of obtaining the resources in relation to the sawmill location or analysis and planning of the resource delivery and continuity guarantee for the processing.

The European Forest Information Scenario Model is a large-scale matrix model which batches information on the forest resources in Europe and shows the prospective development of the resources in the future within the period of 50-60 years. The forest inventory data are used in the given model. Inventory data for all the European countries and different regions of Russia are processed by this model (see figure 2).

However, from the examined models it is to be concluded that models are not created which analyze the entire forest branch including flow of the resources in all the involved processing sectors. Several authors have referred to the chain modeling of the added value. For instance, the author Anders Baudin has analyzed demand for the saw-timber and round timber wood from the construction-based aspect and has included increase analysis of the added value (see figure 3).

However, these models do not present sectors processing the lumber resources and their competitiveness or demand for other wood resources. They do not present link of the processing sectors and the increase chain of the added value for the entire system of the forest branch.

The Department of Forest Resources under the Ministry of Science has participated in developing models of the forest branch and depicting the resource flow. Their attention is more directed to following the statistic information and its depicting in sectors. This model does not give opportunity to make experiments

with data and to create scenarios for the analysis. The given example developed by the Department of Forest Resources under the Latvian Ministry of Science depicts one essential problem of data analysis. Full information is not available about the sectors of the forest branch. Wherewith, quality of the missing data depends on the opinion given by the experts.

3. FOREST BRANCH MODEL

The construction method of the model offers two modeling opportunities in every phase (see figure 4). The first step is exploration of the environment under modeling itself and its description as a unified system. As only afterwards when the system and its operation principles are clear, a further decision can be taken on the possible direction to experiment and analyze it. Depending on the degree of the largeness and complexity of the system, it is possible to carry out the experiment with the system of physical interference. However, in the event that due to economic reasons it is impossible to carry out the experiment with the present system of physical interference, the experimental model of the system is created.

The experimental system model can be constructed in two ways-by creating it physically or mathematically. The physical model depicts the real system in a diminished format or only as part of the entire system. However, the mathematical model describes the system by mathematical coherencies. Using such type of models, attention should be concentrated on its verification and validation. The physical model provides data on the system under the research without additional analysis. However, data of the mathematical model are to be analyzed.

For analysis of the mathematical model, the analytical solution can be applied where in relation to the input data using the mathematical coherencies, data are obtained on the functioning of the system. However, if the system is complicated and based on several criteria it is possible to use simulation methods. The simulation method allows to analyze the system by examining the obtained results, changing the input parameters.

The system of the forest branch consists of many sectors which themselves can exist independently. However, only in their entirety they can describe this system.

The system of the forest branch is constructed and all the sectors are included in it by the aid of which it could be possible to analyze competitiveness of the branch output in the international context and to develop scenarios for development of the produce. To obtain data on the flow of the added value for the branch, a full section of the resource flow should be included in the system.

The forest branch system embraces the following processing sectors:

- timber cutting;
- manufacturing of the sawed output;
- chipping, scalping;
- wood granulation;

- pallet industry;
- OSB production;
- wood turning (except structures of horizontal logs);
- carpenters, builder's joinery, joinery;
- furniture industry;
- tare manufacturing.

The forest branch is rather complicated and it is a system based on a simultaneous flow of several products. Every processing sector of the branch is creating a new produce for further processing and manufacturing of a new product with higher added value.

The initial or the base point for the wood resource flow is set as the timber cutting sector. The timber cutting sector offers a number of products for the wood market processed at the preprocessing sector level. The preprocessing sector processes wood resources round in their shape, for instance, timber wood and technological wood. Further, depending on the technological process, a product with the added value is manufactured. The products used by the post-processing sectors are referred to as their resources. This point indicates that every processing level depends on a higher level.

Likewise, as it is in the enterprises of the preprocessing level, at the post-processing level products can be manufactured which are further repeatedly used in the post-processing. Wherewith, additional added value is created. One of such processing sectors is manufacturing of wood briquettes and granules. In this sector, the resources can flow in from all the processing levels.

Operation of the forest branch system is created according to the structure that the resources are demanded from the primary processing sector. This tendency shows that the processing sectors depend on a processing sector which ranks higher.

An exception is the timber cutting sector with the operational principle based on the method-the produce is pushed in the market but all the other sectors according to the principle-the resources are pulled from the market. This method is simplified in Figure 5.

The timber cutting sector floods in the market of the wood resources a definite amount which can be forecasted. However, the processing sectors are trying to acquire as large as possible amounts of the resources offered by the wood market creating competition in the branch. The processing sectors indicate to the pulling method trying to acquire resources at their disposal required for the processing process. However, the timber cutting sector indicates to the pushing methods as it offers to the wood market only the amount which is available in the timber cutting (Figure 5).

In the physical flow of the wood resources as the basic unit is used- m^3 . In the further model m^3 is substituted by the name-*unit* equal one to one. The exception is the plywood where value of one unit is equal to one square meter (m^2).

Every sector of processing in receiving the resource (unit), processes it into a produce creating the added value. Additionally to the manufactured produce,

a byproduct is created in every sector which predominantly is directed to the power flow. The productive output from one cubic meter of the resource is determined separately for every processing sector as it depends on the technology of the applied processing.

The system embraces two types of flow-the physical flow of the resources and information flow of the resources. For identification of the flow of the wood resources and for every cubic meter (unit) in the system, information is added describing the additional resources. This information characterizes location of the resources in the system, type of the produce, its added value. For every unit, located in the system and which flows from one processing sector to the next, the added information can change as well as its value and unit of measurement can change.

In order to follow the flow of the resources, several channels of the information flow are added to the system of the forest branch. At any place of the system, any of these information channels can commence and end as well. Round timber wood assortment can be mentioned as an example which after the preprocessing is changed into another assortment. In some processing sectors, the unit of measurement is changed, for instance, the resources are received with the unit of measurement (m^3) but the product is manufactured with the unit of measurement (m^2).

As the information flow channels can be mentioned the following examples:

- species of trees;
- assortment/produce;
- geographical location;
- resource value;
- rate of the added value

The system of the flow of the wood resources consists of three levels-timber cutting, preprocessing and post-processing levels (Figures 6).

In every processing level, resources are manufactured which are used by the next processing level. At the processing levels, it is possible to manufacture resources for processing in enterprises which are within the same level, for instance, veneer and plywood manufacturing.

Between the processing levels, there is the resource market where the import and export amount of the resources is processed. Additionally, in the market phase, part of the resources remain at the disposal of the users. It is the part of the resources used by the small local consumer and is not processed by the enterprises of the forest branch.

As soon as the system and its restrictions are studied, it is possible to construct the conceptual model by identifying location of the sectors in the system, their link with other sectors and restrictions.

In the next step when the conceptual model of the system is created, it is possible to follow and to create the mathematical coherencies of the system. In the mathematical coherencies, all the system restrictions are included.

The coherencies are created to be included in the system and to be estimated:

- wood resource flow;
- branch structure;
- cost structure for separate groups of the produce;
- structure of the wood added value creating;
- factors affecting the related service branches.

In Figure 8, correlation between the sectors and positions of the flow calculation are presented. In every of the flow phases, calculations are included which regulate the flow and amounts of calculation resources and products. The flow is organized so that after the process when the amount of the resources is defined, the output is calculated which will be manufactured by the processing sector. In the further flow, the minimum export amount is calculated. After this process, the manufactured produce is offered to the next processing sectors and the proportion between import and export is determined. Additionally to the output flow, the byproduct flow is shown.

The amount of the resources which will be received by the processing sector is estimated by stating the distribution rate for every processing which stands as a candidate for a definite resource.

In Figure 9 the distribution model is presented where the resources R are distributed among several processing sectors. For every processing sector, a definite resource amount R_n is set which would be desirable to receive but the actual amount is defined only after distribution among the competing processing sectors.

For every processing sector in relation to the required resource amount R_n , the percentage proportion is determined against the total sum demanded by the sectors (See figure 9.). This proportion is used to distribute the available resources for which several processing sectors stand as candidates.

Distribution of the resources in the processing sectors is expressed by the following coherency:

$$P_R = R \cdot P_K \quad (1)$$

where P_R -the resource amount which will be received by the processing sectors;

R -the total resource for the competing sectors;

P_K - the resource distribution rate for a definite processing sector.

The sectors which stand as candidates for a definite resource:

$$\sum P_k = 1 \quad (2)$$

In the further phase, distribution of the resources is performed in the processing sector itself. This distribution is required if several resources flow in the processing sector which have to be distributed among manufacturing of several products.

In Figure 10 the principle is presented by which in the model distribution of the resources is carried out in the processing sector. Among the processing sectors, this distribution can differ. The type of this distribution depends on the type of the resources which flow into the processing and on the variety of the produce.

In every processing sector, a product with the added value is manufactured. In the sector of processing the resources, byproducts are found which are not presented in the further flow any more. In every sector the byproduct amount is estimated differently (depending on the processing technology). The byproduct rate is determined by the branch specialists. The amount of the manufactured produce in the processing sector is calculated by the coherency:

$$P = P_R \cdot B_K \quad (3)$$

where P - the the product amount manufactured in the sector;
 B_K - the byproduct rate, $B_K \leq 1$

In the model, the restricting factors are introduced which regulate the resource amount to be obtained by the sectors. The first restricting factor is directed to the demanded resource calculation. Initially, the resource amount is calculated for every sector of processing which is required to provide its adequate operation.

The resource amount required for the processing sector is determined by the following coherency:

$$R_n = ((R_{g-1} - M_n) \cdot K + M_n) \cdot B_K \quad (4)$$

where R_n - the estimated amount of the resources to be processed;
 R_{g-1} - resources used in the previous year (conclusion of the specialists);
 M_n - the forecasted minimum amount of the resources for the processing sector;
 K - the development rate for the processing sector.

The development rate for the sectors is calculated taking into account several factors, for instance, depreciation of the equipment, manpower costs, consumed energy, consumed resource costs, etc..

The development rate determines whether the processing sector in relation to the indices of the previous year will remain at the same level or the volume of the output will increase/decrease.

On the condition:

- $K < 1$ - the volume of output decreases compared to the base year;
- $K = 1$ - the volume of output remains at the same level as in the base year;
- $K > 1$ - the volume of output increases compared to the base year;

The minimum export amount of the manufactured output is determined for every processing sector. This amount is automatically removed from the total manufactured output. The restriction is set for every processing sector separately.

In the resource flow, the pulling method is used where every processing sector demands the resources. Two flow variants of the resources exist in the operation of the model:

- if the offered resource is not demanded in any of the model sectors, the produce is sent for export;
- if the required resources are short to manufacture the calculated amount of the product, the wanted resource is imported.

Additional restrictions are set in every processing sector for import and export volume, and the model does not allow to violate them. This restriction indicates the possible maximum volume. For every processing sector, these restrictions are set independently where depending on the scenario in relation to the period of the previous year, this maximum volume is calculated.

The resource amount to be used by the processing sector is determined according to the following coherency system:

$$\begin{aligned}
 & \text{If } (R_n > P_R) \\
 & \quad \{ \text{If } (R_i + P_R < R_n) \\
 & \quad \quad \{ R_p = P_R + R_i \\
 & \quad \quad \text{Else} \\
 & \quad \quad \quad R_p = R_n \} \\
 & \quad \text{Else} \\
 & \quad \quad R_p = P_R \}
 \end{aligned}$$

where R_i - the maximum volume of the resources to be imported for the processing sector;

R_p - the actual resource amount which will be used by the processing sector.

To facilitate obtaining the results according to the given scenarios, the simulation model is designed. The simulation model is designed by using the computer program *Extend Industry*. The computer program is designed on object-based systems. The simulation model is designed using standard blocks linked by a logical scheme of the computer program (see figure 11).

For input and output of the data, the computer program *Microsoft Excel* is used. The statistical data about the base year and the scenario fed in the model for the years to be calculated. The obtained data are sent by the simulation model to the matrix of the prepared data sheet in *Microsoft Excel*.

4. APPLICATION METHODS FOR THE ANALYSIS MODEL ON THE DEMAND AND SUPPLY

Operation of the interactive model for the demand and supply of the wood-pulp resource flow is linked with several data sources and the economic model of the processing sectors (see figure 12).

The flow model for the wood-pulp resources is designed to be capable to operate with statistic data. However, for an adequate operation of the model, data are required which are dynamically presented by the economic model of the processing sectors and the CSP data or the branch specialists.

The estimation results of the economic model for the processing sectors are provided by the KRP model with the dynamic data about the capacity changes in relation to the analysis the previous year.

The economic model of the KRP and the processing sectors use data provided by the CSP and the branch specialists. These data are required to define the calculation basis point for the KRP model from which the following years under the analysis are estimated.

4.1. Fields of data entry

The required data of the KRP model are entered in the MS Excel data sheet. By the simulation model, the data are automatically imported into the model. The name of the Excel file is constant. Its name as well as names of the file worksheet itself cannot be changed as they are closely linked with structure of the program code for the KRP model.

Calculations of the economic model for the processing sectors are linked with the input data fields of the KRP model. In this phase, the initial calculations are done and data for the KRP model are prepared.

The input data fields for the KRP model required for operation of the model are presented in table 1.

The data input fields for the KRP simulation model

<i>No.</i>	<i>Name of the field</i>	<i>Description</i>
1.	<i>min-raz</i>	The minimum volume of output to be manufactured by the processing sector
2.	<i>min-exp</i>	The minimum volume of export to be exported by the processing sector. Determined by the branch specialists.
3.	<i>max-imp</i>	The minimum volume of import to be imported for the processing sector. It is calculated in the economic model of the processing sectors.
4.	<i>liet-izn</i>	The productive result from the resources when the product is obtained by processing them.
5.	<i>cen-ind</i>	The index of price changes for the product in relation to the previous calculation period. Determined by the branch specialists.
6.	<i>K</i>	It indicates capacity of the processing sectors in relation to the previous year. It is calculated in the economic model of the processing sectors.
7.	<i>imp</i>	The imported volume of the processing sector in the base year of calculations. Determined by the branch specialists.
8.	<i>raz</i>	The manufactured volume of production in the base year of calculations. Determined by the branch specialists.

4.2. The statistic information and its sources

Studying, batching, preparation and application of the statistic information for the needs of the model is an essential phase for successful operation of the model. Errors and inaccuracy allowed in this phase, essentially affect the final results. For the needs of the KRP model, different statistical information sources are applied.

The basic data basis of the statistical information is created using the data basis of the Central Statistical Department and the statistic information of publications. Information batched and disposed by experts of other institutions and organizations and branch specialists is used .

The input data for the KRP simulation model so as the results are compared have to be in the same units of measurement. The basic unit of measurement characterizing wood resources and products is-m³. There are no definite restrictions in the simulation model which could prevent using another unit of measurement.

The productive result of the products in relation to the resource is determined by the percentage, it is to be defined in per cents.

The coefficient K which is obtained from the economic model of the processing sector is within the limits of 0.1 to 1.9 (the neutral value is 1).

4.3. The data output fields

The KRP simulation model provides information about the resource flow within its operation time. The simulation model is programmatically constructed so as to send the obtained results to a specially prepared data matrix in *MS Excel*.

The unit of measurement of the obtained information is equal to the unit of measurement of the entered information. The basic information given by the KRP simulation model is presented in table 2.

Table 2

The output fields for results of the KRP simulation model

<i>No.</i>	<i>Name of the field</i>	<i>Description</i>
1.	<i>prod-apj</i>	The computed amount offered by the processing sector for further processing.
2.	<i>res- apj</i>	The computed resource amount consumed by the processing sector.
3.	<i>prod-min-exp</i>	The minimum product amount to be exported
4.	<i>prod-exp</i>	The product amount to be exported to the minimum export in addition
5.	<i>exp</i>	The minimum and additional sum of export for the products

In addition to the basic information from the KRP simulation model at any moment of operation, it is possible to obtain additional information which relates to the sector operation being part of the flow. To have access to this information, it is needed to have the file of the KRP model and the *Extend* running program. Using the *Extend* running program it is possible to see a full structure of the KRP simulation model as well as to see operation of the components at work and its input and output parameters. By the aid of this program, it is possible to change operational parameters of the simulation model but it is impossible to change its structure.

4.4. Methods of using the KRP model

The KRP model consists of two files-*MS Excel* and *Extend*. These files have to stay in a united directory. For the input and output of the data of the KRP

simulation model, only the *MS Excel* data should be used. The input information is to be entered in this file about the processing sectors which are included in the structure of the KRP simulation model and the data input describes only the forest branch sectors included in the simulation model.

Figure 13 presents the application process which is linked with the KRP simulation model. The initial process is the data input in the Excel file worksheets - “*Base*” and “*Year*”. In relation to this that the KRP simulation model is capable to analyze information for several periods of accounting. It is necessary to complete the worksheet “*Year 1....n*”.

After input of the whole information , operation of the KRP simulation model and analysis of the obtained results are followed (see figure 13).

5. VERIFICATION OF THE MODEL AND FLOW SIMULATION

For an adequate characterization and description of the Latvian forest branch, the developed model is to be verified. It is necessary to carry out a logical control of the model, analysis of the system sensitivity and relevance.

Logical control of the system can be verified by several parameters. One of the ways to verify correctness of the system is to study and analyze the figure sums as well as to follow the flow coherencies.

Figure 14 clearly depicts distribution of the resources among processing, export and import. Examining this distribution mathematically, summing these flows, it is to be stated that the final result should be equal to zero.

In the operation of the model, the amount of the manufactured output in every sector of the processing is to be verified comparing it with the amount of the demanded output. The verification is to be done as connection of every processing sector in the model is constructed separately.

In the figure (see figure 15), an example is given showing how the timber amount is distributed. To provide the demand for the timber, the required amount of import is computed by the model. In the computation, the export index is given as well. In this instance it shows that in the base data, the minimum amount of the timber export is indicated. Summing all these parameters where the consumer and export is with the “-“ sign, the sum has to be with the zero value.

$$6.76 - 7.35 - 0.53 - 0.48 - 0.48 + 2.76 - 0.68 = 0 \quad (6)$$

This example indicates that the model calculation is correct.

One of the main drawbacks of the model is that several coefficients are used for regulation of its operation which are set by the specialists . Wherewith, this system is made sensitive and depending on the opinion of specialists. These coefficients determine the flow direction, distribution of the byproducts and other flow parameters.

Verifying the simulation model by the sensitivity method, it can be concluded that the model is stable in its operation. Changes in the results can be explained in connection with the input data.

The flow model of the wood resources is published in international publications and is presented in several international conferences. As well as within the framework of the projects financed by the MAF funding, it is presented to the specialists of the Latvian forest branch who pointed out to the incompleteness of the simulation model and the need for a deeper research.

6. SCENARIOS AND THEIR RESULTS

The simulation model of the resource flow for the forest branch is designed with the possibility to insert and supplement the flow scenarios. In the simulation model it is possible to insert additional criteria or restrictions for management of the wood-pulp resource flow at any time. The simulation model is designed with the possibility to supplement it with the required functions and algorithms in order to analyze the flow of wood resources. This opportunity enables to improve operation of the model on an ongoing basis and to obtain as wide processed information as possible.

The scenarios can be designed in wide variations. When even one of the flow-affecting factors or a coefficient are affected, a new scenario is designed and with corresponding output results.

Three scenarios for the development of the forest branch were analyzed:

- in the initial scenario, it was introduced that the production capacity of the processing sectors remains constant;
- in the second scenario, it was introduced that the production capacity of the processing sectors increases with every year;
- in the third scenario, several criteria were introduced which set restrictions to the availability of timber, increase of the production capacity for the lumber and decrease of the production capacity in the other processing sectors.

In the analysis of the scenarios, data about the sectors provided by the specialists of the forest branch which are included in the model of the resource flow. For its operation, information is required for every sector of the model. If any information about the sector is missing- operation of the model is not stopped. It continuous to operate, only from the missing sector, the dependent sub-sectors are not analyzed any more. The base year (base period) is set to be the year 2006 according to which every next period is correspondingly analyzed. The base data for every year under analysis are results of the previous year (see figure 16.).

For operation of the model, the following information is set for the base year. (G1, G2, Gn- calculation periods, R1, R2.....Rn- results of the calculation periods).

The results of the scenario are presented in Figure 17 where the effect of the factors included in the scenario on the resource flow is shown.

According to the outcomes of the scenarios presented in Figure 17, the most optimum is the second one. In the second scenario of the flow of wood resources, the manufactured and exported volumes in the forest branch were analyzed on the condition if:

- the access to the resources is not restricted;
- all the processing enterprises operate with an increased capacity compared to the previous year, $K=1.1$;
- the minimum volume of export is to determine 0 %.

With the recession tendency (see Figure 17) is the third scenario, for which the following factors were determined:

- timber wood resources are decreasing year by year and the increase of its maximum import is 10 %;
- capacity of the lumber manufacturing sector is increasing compared to the previous year, $K=1.1$;
- in all the remaining processing sectors, the production capacity is decreasing, $K=0.95$;
- the minimum volume of export is to determine 0 %.

CONCLUSIONS AND PROPOSALS

1. Development tendencies for the forest branch give evidence that the forest resources, manufacturing the wood products, trade and consumption are mutually linked in a unified system which is manifested in a pronounced sensitivity to the changes in separate components.
2. The unifying element of the system operation is formation of the added value for the wood in its whole application chain which is manifested by the competitiveness of separate sectors in purchasing resources. Therefore, for modeling the common tendencies in the forest branch, the demand and consumption simulation is applicable.
3. Applying the interactive demand and consumption simulation method, great attention is to be paid to the data used for describing every sector, selection and defining as the forest branch is a complicated system and the sectors are functionally linked with each other.
4. The designed interactive simulation model of the demand and consumption provides opportunity to simultaneously vary with the alternative scenarios of the resource flow.
5. Using the interactive demand and consumption model offered by the author, it is possible to analyze the forest branches: the structure and mutual interaction of its sectors; investment in the Latvian national economy (in the total structure of the added value, IKP, export) and to forecast various scenarios of development.
6. Other models developed in other countries that are analyzed in the research gave one essential restriction in application—it is impossible to develop a universal model for the branch. In the systems of the forest branches, very many factors exist which describe a definite country, the geographic location and the historical experience of development.
7. The statistic information does not give a full information of the branch indices included in the system of the forest branch. Wherewith, this information is made dependent on the opinion of specialists.

Proposals

The designed algorithm for the flow of wood resources depends on several statistical data factors which affect the flow. The research is to be continued to design algorithms for the affecting factors which could make this system more stable and based on calculation methods.