



Munich Personal RePEc Archive

## **The system dynamic method using for crediting volume modelling**

Skribans, Valerijs

Riga Technical University

26 January 2009

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/26108/>

MPRA Paper No. 26108, posted 22 Oct 2010 08:09 UTC

# KREDITĒŠANAS APJOMA MODELĒŠANA, IZMANTOJOT SISTĒMDINAMIKAS METODI

*Valērijs Skribans*

*Dr.oec., Riga Technical University*

## Kopsavilkums

Rakstā kreditēšanas slodzes un apjomu izvērtēšanai ir piedāvāts sistēmdinamikas modelis. Izstrādātais modelis aprēķina un novērtē mājsaimniecības bilanci un to veidojošās plūsmas: ienākumus un izdevumus, izmaksas kredīta un kredīta procentu segšanai, bilances palielināšanos atkarībā no saņemtā kredīta lieluma un izdevumus kreditējamo objektu pirkšanai. Izstrādātais modelis var pielietot tautsaimniecībā un uzņēmējdarbībā. Rakstā parādīts, kā izmantojot modeli var noteikt mājsaimniecībai piemērotā kredīta apjomu dzīvokļa pirkšanai, tautsaimniecības mērogā modelēta Latvijas kreditēšanas sistēma, izdarīti secinājumi par to tālāku attīstību.

## Ievads

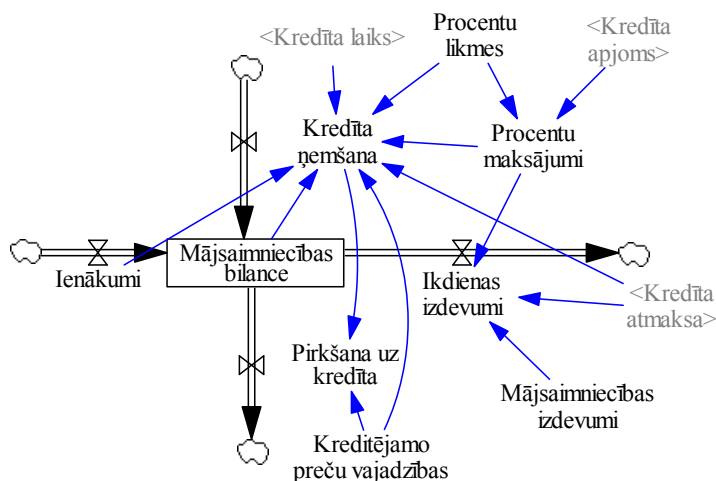
Pēdējos gados ekonomisko lēmumu pieņemšanā arvien aktīvāk pielieto nestandarta ekonomiski matemātiskus paņēmienus, t.sk. sistēmdinamikas metodi. Sistēmdinamika (sistēmpieceja, sistēmdomāšana) ir viens no sistēmu pētīšanas virzieniem, kurš analizē sistēmas uzvedību laikā atkarībā no sistēmas elementu struktūras un to savstarpējās iedarbības, t.sk. cēloņu-secu saitēm, atgriezeniskām saitēm, iedarbības reakcijas aizkavēšanās utt. [1]. Sistēmpiecejas autors Dž. Forresters 1968.-1973. gados izstrādāja daudz sistēmdinamikas modeļu, kurus, adaptējot aktuālām vajadzībām, turpina pielietot dažādās valstīs. Ekonomiskajā prognozēšanā Latvijā sistēmdinamikas metodi regulāri pielieto loģistikas jomā [2], būvniecībā [3] un darba tirgus nozarē [4]. Šī raksta mērķis ir attīstīt sistēmdinamikas metodes lietošanas iespējas kreditēšanas apjomu prognozēšanā, pamatot autora izstrādāto kredītresursu sistēmdinamikas modeli, kā arī atspoguļot modeļa pielietošanas rezultātus un metodes priekšrocības salīdzinājumā ar citām metodēm.

## 1. Mājsaimniecības kredītslodzes noteikšana

Izstrādātais kreditēšanas apjoma sistēmdinamikas modelis aprēķina un novērtē mājsaimniecības bilanci un to veidojošās plūsmas: ienākumus (darba alga un citi ieņēmumi) un izdevumus - ikdienas patēriņu (izdevumus pārtikai, mājokļa uzturēšanai u.c. mājsaimniecības izdevumus un izmaksas kredīta un kredīta procentu segšanai), bilances palielināšanos atkarībā no saņemtā kredīta lieluma un izdevumus kreditējamo objektu pirkšanai. Modelis tika izstrādāts, lai risinātu uzdevumu: noteikt laiku, pēc kura banka dos jaunai ģimenei kredītu dzīvokļa pirkšanai, pie šādiem nosacījumiem:

- ģimenei jāsamaksā vismaz  $a$  % no pirkuma objekta summas;
- kopējiem procentu maksājumiem un kredītu segšanas summai jābūt mazākai par  $b$  % no ģimenes ienākumiem (kredīta slodzes ierobežojums);
- kredīts tiek atmaksāts vienādās daļās ik mēnesi visas tā darbības laikā, kredītprocenti tiek aprēķināti kredīta atlikušajai daļai;
- kreditēšanas laiks ir  $c$  gadi;
- kredīta procentu likme ir  $d$  % gadā;
- dzīvokļa cena ir  $e$  Ls.
- ģimene tikko paņēmusi  $f$  Ls kredītu ar iepriekš minētajiem nosacījumiem;
- ģimenes neto ienākumi ir  $g$  Ls mēnesī ;
- ģimenes uzturēšanas izdevumi ir  $i$  Ls mēnesī.

Šis uzdevums tiks risināts, ņemot vērā divus ierobežojumus: noteikts laiks, kad būs uzkrāta pirmā iemaksa (*a*), vadoties no tekošajiem izdevumiem, un noteikts laiks, kad papildus maksājumi no pieprasītā kredīta nepalielinās kopējos kredīta maksājumus virs kredīta slodzes ierobežojuma (*b*) no ienākumiem (jo ilgāks ir uzkrāšanas laiks, jo vairāk būs ieguldīts pašu līdzekļu, jo kredīts mazāks, mazāki ar kredītu saistītie maksājumi). Sistēmdinamikas pieejā kredīta piešķiršanas risinājuma pamatplūsma izskatās sekojoši (sk. 1. att.).



- kur:
- atspoguļo fiziskās plūsmas;
  - atspoguļo nemateriālās un informācijas plūsmas;
  - fizisko plūsmu regulators;
  - ārējā vide;
  - rezervuārs A;
  - konverters „Name”;
  - konverters vai rezervuārs „Name B” no saistītā apakšmodeļa.

1.attēls. Kredīta piešķiršanas sistēmdinamikas modelis.

Atbilstoši 1. attēlam tiek veidotas sistēmdinamikas rādītāju sakarības. Modeļa attēli, kā arī skaidrojošie vienādojumi ir atspoguļoti atbilstoši vispārpieņemtiem sistēmdinamikas apzīmējumiem [5].

Izmantotie sistēmdinamikas matemātiski - loģiskie operatori:

INTEGRAL (*A*, *B*) – integrālis no *A*, bet sākumpunktā (*t*<sub>0</sub>) integrālis no *B*;

IF THEN ELSE (*A*, *B*, *C*) – loģiskais izvēles operators: ja tiek izpildīts (ir spēkā; pareizs) nosacījums *A*, tad operators piešķir izteiksmi *B*, citādi operators piešķir izteiksmi *C*;

*A* :AND: *B* – loģiskais apvienošanas operators: vienlaicīgi (kopā) *A* un *B*;

DELAY FIXED (*A*, *t*, *B*) aizkavēšanas laika operators: *A* – izteiksme, kuras izpilde aizkavēta uz laiku *t*, bet sākumā, kamēr nedarbojas izteiksme *A*, darbojas izteiksme *B*.

Modeļa vienādojumi:

*Mājsaimniecības balance* = INTEGRAL (*Ienākumi* + *Kredīta ņemšana* - *Ikdienas izdevumi* - *Pirkšana uz kredīta*, 0)

*Pirkšana uz kredīta* = IF THEN ELSE (*Kreditējamo preču vajadzības* > 0 :AND: *Kredīta ņemšana* > 0, *Kreditējamo preču vajadzības*, 0) (*Pirkšana uz kredīta* par vajadzību pilno summu ir iespējama, ja vienlaicīgi tiek izpildīti divi nosacījumi: ir

gan vajadzība pirkt uz kredīta, gan piešķirts kredīts, pretējā gadījumā pirkšanas uz kredīta nenotiek).

*Ikdienas izdevumi = Mājsaimniecības izdevumi + Kredīta atmaksa + Procentu maksājumi*

*Kredīta ņemšana = IF THEN ELSE (  $\gamma$  :AND:  $\delta$  , (Kreditējamo preču vajadzības-Mājsaimniecības bilance), 0) (gadījumā, ja vienlaicīgi izpildītas (ir spēkā, pareizi) nosacījumi  $\gamma$  un  $\delta$ , tad tiek ņemts kredīts, kā starpība starp vajadzībām un esošajiem līdzekļiem, pretējā gadījumā kredīts netiek piešķirts).*

*Kur:*

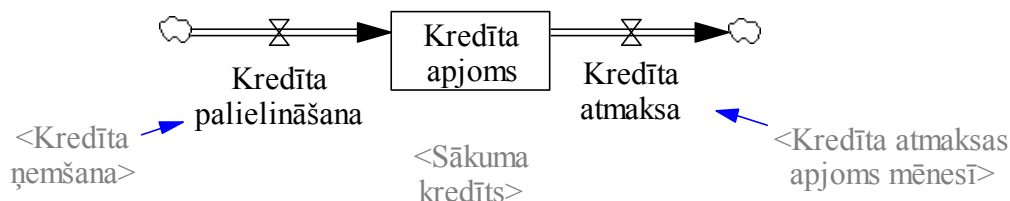
*$\gamma$  = Pirmās iemaksas apjoms \* Kreditējamo preču vajadzības < Mājsaimniecības bilance (pārbaude, vai ir pietiekoši līdzekļu, lai samaksātu pirmo iemaksu  $a$  % apjomā no vajadzībām).*

*$\delta$  = Kredīta slodzes ierobežojums \* Ienākumi > (Jaunais kredīts / Kredīta laiks + Jaunais kredīts \* Procentu likmes/12 + Kredīta atmaksa + Procentu maksājumi) (pārbaude, vai noteiktais ierobežojošais kredīta slodzes procents no ienākumiem ir vairāk nekā kopējie maksājumi kredīta un procentu segšanai no jaunā un vecā kredīta).*

*Jaunais kredīts = Kreditējamo preču vajadzības - Mājsaimniecības bilance (mainīgie Jaunais kredīts,  $\gamma$  un  $\delta$  ir fiktīvi mainīgie, tie nav atspoguļoti 1. attēlā, bet to pielietošana atvieglo modeļa skaidrošanu).*

*Procentu maksājumi = Kredīta apjoms \* Procentu likmes/12*

Lai nodrošinātu 1. attēlā atspoguļotās kredīta piešķiršanas pamatplūsmas darbību, ir nepieciešamas divas papildplūsmas: viena kredīta apjomam, otra - kredīta atmaksas uzskaitēi. Papildplūsmas ir atspoguļotas 2. un 3. attēlā.



2. attēls. Kredīta apjoma uzskaites modelis.

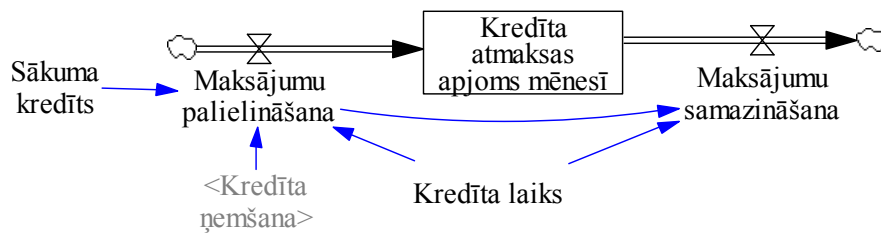
Atbilstoši 2. attēlam tiek veidotas sistēmdinamikas rādītāju sakarības.

*Kredīta atmaksa = Kredīta atmaksas apjoms mēnesī*

*Kredīta apjoms = INTEGRAL (Kredīta palielināšana - Kredīta atmaksa, Sākuma kredīts) (kredīta apjoma noteikšanai sākumpunktā ( $t_0$ ) tiek izmantots Sākuma kredīta rādītājs, tālāk kredīta apjoma mainīšanai pielietoti rādītāji Kredīta palielināšana un Kredīta atmaksa)*

*Kredīta palielināšana = Kredīta ņemšana*

No 2. attēlā un tā rādītāju sakarībām ir redzams, kā kredīta apjoma dinamiku nosaka mainīgie no saistītiem modeļiem. Dažādu apakšmodeļu rādītāji Kredīta atmaksa un Kredīta atmaksas apjoms mēnesī ir vienādi, tāda paša situācija ir Kredīta palielināšanas un Kredīta ņemšanas rādītājiem. Vienādu rādītāju izveidošana nodrošina informācijas pārvešanu no viena apakšmodeļa citiem. Informācijas pārvešana no vienā apakšmodeļa uz citu lielākā vai mazākā mērā ir novērojama visos atspoguļotos modeļos.



3. attēls. Kredīta atmaksas apjoma uzskaites modelis

Atbilstoši 3. attēlam tiek veidotas sistēmdinamikas rādītāju sakarības.

*Kredīta atmaksas apjoms mēnesī = INTEGRAL (Maksājumu palielināšana - Maksājumu samazināšana, 0)*

*Maksājumu palielināšana = (Kredīta ņemšana + Sākuma kredīts)/Kredīta laiks* (radītājs Sākuma kredīts atšķiras no nulles tikai sākuma laikā).

*Maksājumu samazināšana = DELAY FIXED (Maksājumu palielināšana, Kredīta laiks, 0)* (DELAY FIXED operatora pielietošana nodrošina Kredīta atmaksas apjoma (mēnesī) samazināšanu pēc Kredīta laika, un tādā pašā apjomā, kāda notika maksājumu palielināšana sakarā ar kredīta ņemšanu)

Izstrādātais abstraktais modelis ir pārbaudīts praksē. Modeļa pārbaudei tika veiktie aprēķini ar sekojošiem parametriem:

*Pirmā iemaksa  $a = 0,2$  (20%)*

*Kredīta slodzes ierobežojums  $b = 0,4$  (40%)*

*Kredīta laiks  $c = 120$  (mēnešos)*

*Procentu likmes  $d = 0,08$  (8%)*

*Kreditējamo preču vajadzības  $e = 65000$  Ls (līdz laikam, kad dzīvoklis būs nopirkts)*

*Sākuma kredīts  $f = 5000$  Ls (tikai sākuma laikā)*

*Mājsaimniecības ienākumi  $g = 1050$  Ls*

*Mājsaimniecības izdevumi  $i = 400$  Ls*

Uzdevums tika risināts, izmantojot specializēto sistēmdinamikas programmnodrošinājumu Vensim<sup>®</sup>. Rezultāti ir sekojoši: gaidīšanas laiks 70 mēneši, uzkrātā pirmā iemaksa – 40 943 Ls, kredīta apjoms – 24 057 Ls, ar kredītu saistītās izmaksas pirmajā pēc dzīvokļa kredīta ņemšanas mēnesī – 425 Ls (kas ir 40% no kopējiem ieņēmumiem). Kā redzams, risinājumā tiek izpildīti uzdevuma ierobežojumi. Analizējot risinājumu var teikt, ka pirmā faktiskā iemaksa ir būtiski lielāka nekā prasītā uzdevumā (59% pret 20%). Tas nozīmē, kā kredīta piešķiršanu pirmām kārtām nosaka mājsaimniecības spēja segt visus izdevumus, t.sk. kredītprocentus un savlaicīgi atmaksāt kredītu. Mājsaimniecībām ar lielāku ieņēmumu-izdevumu attiecību situācija varētu būt citāda. Šis uzdevums ir samērā vienkāršs, bet tas parāda, kā sistēmdinamikas metodi var ērti pielietot ikdienas saimnieciskajā darbā vai uzņēmējdarbībā. Bet galvenais - kā uzņēmējdarbībai izstrādāto modeli ar nelieliem labojumiem var pielietot tautsaimniecības prognozēšanā, kas parādīts turpmāk.

Mājsaimniecību kreditēšanā finanšu iestādes novērtē katru konkrētu kredīta pieteikumu un no individuāliem kredītiem tiek veidots kopējais kredīta portfelis. Finanšu iestādes, izsniedzot kredītu, pārlicinās par kredītņēmēja maksātspēju un atbilstoši viss kredīta portfelis valstī nepārsniedz kopējo mājsaimniecību maksātspēju. Latvijā nav pētījumu par mājsaimniecību potenciālo kredītslodzi, neskatoties uz to, ka ekspertu līmenī sabiedrībā šis jautājums ir plaši diskutēts un ir ļoti aktuāls. Augstāk minētais sistēmdinamikas modelis ļauj novērtēt Latvijas mājsaimniecību kredītslodzes potenciālu. Lai to izdarītu, modeli nepieciešams adaptēt makro līmenim.

## 2. Valsts kredītēšanas sistēmas modelēšana

Lai modeli adaptēt makro līmenim pirmkārt nepieciešami statistiskie dati par modelējamo objektu, tajā skaitā, par iedzīvotāju skaitu. Latvijā, pildot projektu „Latvijas uzņēmējdarbības konkurētspējas sistēmdinamikas prognozēšanas modeļa izstrādāšana” (V. Skribans, R. Počs), Dž. Forestera [6] piedāvātais iedzīvotāju skaita prognozēšanas modelis sociāli ekonomiskajā sistēmā tika adaptēts Latvijas aktuālajiem apstākļiem. Tā rezultāti (prognozes pār iedzīvotāju skaita dinamiku) kalpo šim pētījumam kā informatīvais un datu bāzes avots. Līdzīga Forestera modeļa adoptācija Latvijā ir realizēta par lauksaimniecības nozares zinātnieku skaita dinamiku [7].

Prognozēts, ka nākamajos 30 gados Latvijā sagaidāma darbaspēka samazināšanās kopumā līdz ar dabisko iedzīvotāju skaita samazināšanos. Vienlaicīgi samazināsies bērnu skaits (iedzīvotāji līdz 14 gadu vecumam). Vienīgā iedzīvotāju grupa, kurā būs vērojams cilvēku skaita pieaugums, būs pensionāri (iedzīvotāji virs 65 gadu vecumam), kas sociāli ekonomiskajai sistēmā nav labvēlīgi.

Pēc Latvijas bankas datiem [8], banku prasības pret privātām personām 2008.gada vasarā ir 6 293,8 milj. Ls, kas varētu būt kā sākuma kredīts jaunajā modelī. Pēc Centrālās Statistikas pārvaldes datiem [9], ieņēmumi uz vienu mājsaimniecības locekli 2006. gadā bija 259 Ls/mēnesī, bet izdevumi – 209 Ls. Diemžēl aktuālāku datu dotajā brīdī nav, tāpēc par sākuma kredīta pamatu izmantoti 2006. gada dati. Pētījuma gaitā autors pārliecinājās, ka datu novecošana neietekmē pētījuma kvalitāti. Kredītēšanas vajadzības atspoguļo Latvijas iedzīvotāju mājokļu vajadzības [3]. Visi pārējie modeļa izejas parametri (procentu likmes, kredītēšanas laiks u.c.) paliek nemainīgi, kā mājsaimniecības gadījumā.

Otrkārt, nepieciešams pārstrādāt modeļa ekonomiskās sakarības. 3. attēlā atspoguļotā modeļa mainīgo vienkārša reizināšana ar iedzīvotāju skaitu nav pilnīgi korekta. Tas dos rezultātu tikai tad, kad visiem maksāspējīgiem būs uzkrāta nepieciešamā summa pirmajai iemaksai, visi maksāspējīgie vienā laikā iegādāsies mājokli. Līdz šim brīdim mājsaimniecību kredītslodzes potenciāls netika novērtēts pareizi. Šī pētījuma kontekstā autors secināja – ja mājsaimniecības līmenī pirmajai iemaksai ir ietekme uz mājokļa iegādes brīdi, tad makro līmenī tās ietekme ir niecīga. Galvenā loma ir mājsaimniecības spējai apmaksāt procentus un savlaicīgi segt kredītus. Makroekonomiskā modeļa attēli ir līdzīgi iepriekšējiem (sk. 1. – 3. attēlus).

Modelējot Latvijas mājsaimniecību kredītslodzes potenciālu, izejot no 2006. gada datiem, noteikts, ka tas bija 7 216 milj. Ls, un, saglabājoties nemanīgām algām, mājsaimniecību izdevumiem, tuvāko 10 gadu laikā tas palielināsies vidēji uz 29 milj. Ls mēnesī. Šis mājsaimniecību kredītēšanas līmenis joprojām nav sasniegts. Ievērojot pēdējā pusotra gada algu un izdevumu pieauguma proporciju, var teikt, ka 2008. gadā Latvijas mājsaimniecību kredītslodzes potenciāls ir lielāks nekā 2006. gadā. Tabulā ir atspoguļoti modelētie ieņēmumi, kopējie mājsaimniecību izdevumi, un to sastāvā izdevumi potenciālā kredīta segšanai un procentu maksājumi no potenciālā kredīta.

Vidējās mājsaimniecības potenciālās kredītslodzes ikmēneša bilance, latos

Prognozēšanas gads	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Ieņēmumi</b>	590,2	587,7	585,0	582,2	579,3	576,3	573,2
Mājsaimniecību izdevumi	476,3	474,2	472,1	469,8	467,5	465,0	462,5
Potenciālā kredīta atmaksa	61,0	63,5	66,1	68,8	71,6	74,5	77,6
Potenciālie % maksājumi	48,1	45,1	42,0	38,8	35,4	31,9	28,3
<b>Ikdienas izdevumi (kopā)</b>	585,4	582,8	580,2	577,4	574,5	571,4	568,4

Tabulā ir redzams, ka tuvākos piecos gados ieņēmumi samazināsies no 590,2 Ls/mēnesī uz mājsaimniecību līdz 573,2 Ls/mēnesī, jeb uz 2,88%. Tas saistīts ar to, kā modelī paredzēti fiksētie ienākumi un izdevumi uz cilvēku, un cilvēku kopējā skaita samazināšanos, kā arī daļa no šodien strādājošiem pāriet uz pensionāru grupu, un nesīs mazāku ienākumu mājsaimniecībā. Līdz ar ienākumu samazināšanos samazināsies arī izdevumi uz 2,90% (jeb no 585,4 Ls/mēnesī uz mājsaimniecību līdz 568,4 Ls/mēnesī). Ienākumi samazināsies mazāk nekā izdevumi, kas varētu secināt pār labklājības līmeņa pieaugumu. Pētījuma mērķis bija nevis prognozēt ieņēmumu un izdevumu pieaugumu, bet norādīt potenciālā kredīta iedarbību uz mājsaimniecībām, kas ir atspoguļots tabulā. Ar kredītiem saistītie maksājumi (kredītu atmaksas un kredītu procentu maksājumi) varētu sasniegt vidēji līdz 15,8% no mājsaimniecību budžetiem. Pie šodienas ienākumu līmeņa tas ir diezgan daudz, bet, salīdzinot ar pārējām attīstītām valstīm, nav daudz. Piemēram, ASV hipotekāru kredītu slodze 15% mājīpašniekiem sastāda vairāk nekā pusi no ienākumiem, un 38% mājīpašniekiem vairāk nekā 30% no ienākumiem.

### Secinājumi

Izstrādātais kreditēšanas apjoma sistēmdinamikas modelis var pielietot gan tautsaimniecībā, gan uzņēmējdarbībā, novērtējot mājsaimniecību svarīgākus radītājus: bilanci, ienākumus un izdevumus, t.sk. saistība ar kredītiem. Analizējot statistikas un pētījuma datus, secināts, ka Latvijā, lai sasniegtu mājsaimniecību kredītslodzes potenciālo līmeni, jāpalielina kreditēšanas portfelis vismaz par 14,7%, kas radīs mājsaimniecību izdevumu pieaugumu par 6,6%.

### Literatūras saraksts

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/System\\_Dynamics](http://en.wikipedia.org/wiki/System_Dynamics)
2. <http://www.itl.rtu.lv/mik/?id=1>
3. Skribans V., Počs R. Latvijas būvniecības nozares attīstības prognozēšanas modelis. – R.: RTU, 2008. – 110 lpp.
4. Ieviņa I., Meļņikova J., Rozīte K. Dinamiskais optimizācijas modelis Latvijas darba tirgus ilgtermiņa līdzsvarošanas prognozēšanai. LU Raksti. 717. sēj. Vadības zinātne, 2007, LU, Akadēmiskais apgāds.
5. Sterman John Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world.- Irwin/McGraw-Hill, 2000.- 982 p.
6. Форрестер Д. Мировая динамика. – Москва: АСТ, 2003. – 379 с.
7. Kalniņš J., Skribans V., Ozoliņš G. Lauksaimniecības nozares stratēģiskās attīstības sistēmdinamikas modelēšana // LU Raksti. - Rīga, LATVIJA: LU, 2009. - 320.-332. lpp.
8. [www.bank.lv](http://www.bank.lv)
9. [www.csb.lv](http://www.csb.lv)
10. Skribans V. Modeling crediting volume by using the system dynamic method. – R.: Humanities and social sciences: Latvia 4(57)/2008.- 114-123. lpp.
11. Skribans V. Prognozēšanas metodes uzņēmējdarbībā. Starptautiskās zinātniskās konferences “Inženierekonomikas nozīme uzņēmējdarbības attīstībā” materiāli. Rīga, RTU, 2002.- 37.-43. lpp.
12. Skribans V. Jauna produkta ieviešanas tirgū modelēšana, izmantojot sistēmdinamikas metodi // RTU zinātniskie raksti. 3.sēr. „Ekonomika uz uzņēmējdarbība”. – 17.sēj. (2008), 99.-105.lpp.