VAS "LATVIJAS VALSTS MEŽI" PASŪTĪTAIS PĒTĪJUMS

# „Meža kapitāla vērtības noteikšanas modeļa uzlabošanas, saimnieciskās darbības ietekmes novērtēšanas un dažādu apsaimniekošanas variantu modelēšanas metodikas izstrāde”

# A T S K A I T E

**Izpildītājs:** Latvijas Lauksaimniecības universitāte Meža fakultāte

**Projekta vadītājs:** Dagnis Dubrovskis, docents, mežzinātņu maģistrs

_____

D.Dubrovskis

2005. gads

Saturs:

1. Esošās sistēmas izpēte, izvērtēšana un priekšlikumu sagatavošana tās pilnveidošanai ..... 4
1.1. Zemes tīrā tagadnes vērtība ..... 4
1.2. Mežaudzes tīrā tagadnes vērtība ..... 5
1.3. J.Iesalnieka metode un tas pielietošanas problēmas ..... 7
1.3.1.J.Iesalnieka programmas prototipa Failu sistēma ..... 9
2. Modeļa izstrāde, metodikas apraksts, algoritmu vizualizācija ..... 14
2.1. Meža kapitāla vērtības teorija ..... 14
2.2.Meža kapitālvērtības noteikšanas metodes apraksts ..... 16
Tiešo ienākumu kapitalizācijas metode; ..... 17
1. Meža kapitālvērtības noteikšana ..... 18
2. Pieejamie ikgadējie tīrie ienākumi, Meža rentes noteikšana: ..... 19
2.3.Datu apstrādes programmā izmantoto algoritmu vizualizācija ..... 20
Datu plūsmas diagramma ..... 20
Entītiju relāciju diagramma ..... 21
Datubāzes optimizācija un izpildes plānu analīze ..... 24
3. Uzlabotā modeļa lietošanas tehniskais apraksts. ..... 27
3.1. Datorprogrammas prototipa daļas: ..... 28
3.2. Apaļkoku sortimentu iznākuma prognozes, mežaudzes transakciju vērtība ..... 28
3.2.1.Apaļkoku sortimentu apjoma aprēķināšanas etapi: ..... 33
3.2.2. Modelī ievērotie sortimentu apjoma aprēķināšanas vispārējie nosacījumi 33
3.3. Mežsaimniecībā lietotie klasifikatori ..... 35
3.4. Mežaudžu augšanas gaitas aktualizācijas modeļi ..... 36
3.5. Meža apsaimniekošanas plānošanas periodu plāni ..... 44
Atskaites ..... 50
4. Meža apsaimniekošanas (plānošanas un notikušās saimnieciskās darbības) efektivitātes kritēriju un indikatoru noteikšana, to novērtēšanas metodikas izstrāde, un saskaņošana ar Pasūtītāju. ..... 52
4.1. Mežsaimniecības efektivitātes kritēriji ..... 52
4.2. Meža apsaimniekošanas plānošana par mērķi izvirzot noturīgu tīro ienākumu profilu: ..... 54
5. Programmas prototipa datubāzes instalācija ..... 58
LITERATŪRA ..... 60

Projekta darba grupa:

- Docents Mg.silv. **Dagnis Dubrovskis** projekta vadītājs;
- Profesors sen., Dr. habil. silv. **Rūdolfs Ozoliņš**. konsultants;
- Docents Mg.math. **Sergejs Arhipovs** programmas prototipa arhitekts;
- Profesors Dr.eoc. **Andris Kleinhofs** konsultants meža ekonomikā;
- Pētnieks Ing.silv. **Jānis Donis** algoritmu izpēte;
- Bakalaurants **Salvis Daģis** programmētājs

# 1. Esošās sistēmas izpēte, izvērtēšana un priekšlikumu sagatavošana tās pilnveidošanai

## *1.1. Zemes tīrā tagadnes vērtība*

Meža ekonomikas Pirmsākumi meklējami 18.gs. beigās, bet tikai 19.gs. 20. gados tika veikti pirmie meža zemes izmantošanas ekonomiskie aprēķini. Plašāks meža ekonomikas pamatojums tika izvērsts 19.gs 40.gados līdz ar zemes rentes teorijas pirmsākumiem 1849. gadā, kad dr. M. Faustmans, vācu mežkopis, sastādīja savu vēsturisko zemes vērtības formulu:

$$L = \frac{Au + D_a(1+r)^{u-a} + D_b(1+r)^{u-b} + \ldots - c(1+r)^m}{(1+r)^u - 1} - V \qquad (1.)$$

*Kur:* *L - maksimālā augsnes vērtība par platības vienību, Ls/ha;*
*Au - ienākumi no galvenās cirtes, Ls/ha;*
*$D_a$, $D_b$ ... - ienākumi no starpcirtēm vecumā, a, b,... , Ls/ha;*
*r - procentu likme, 1/100;*
*u - rotācijas laiks, gadi;*
*c - audzes atjaunošanas izdevumi, Ls/ha;*
*V - administratīvo izmaksu kapitāls, iegūts kā kapitalizētas administratīvās izmaksas e, Ls/ha.*

Kad vēlāk 1858. gadā M. Preslers, inženieris un talantīgs matemātiķis, nāca klajā ar zemes rentes teoriju, izklāstītu grāmatā *"Der rationelle Waldwirt und sein Waldbau des hochsten Ertrages*" (Racionāls mežkopis un viņa mežsaimniecība ar augstiem ienākumiem), augstāk pieminētajai formulai bija lemts kļūtu par tās teorijas stūrakmeni, kas bija atslēga sarunai par mežu ekonomiku pašā fundamentālākajā jautājumā, proti, kad meža koksnes raža ir gatava novākšanai. Bet teorijas struktūrai Preslers deva tikai galvenās idejas un pirmo grūdienu. Viņš ieguva daudzu ievērojamu personu atbalstu ar profesoru F. Judeihu (]udeich) priekšgalā, kurš bija Preslera kolēģis Tārandes Meža Akadēmijā, Saksijā. ]udeiha ieguldījums zemes rentes teorijā bija tas, ka viņš ieviesa Preslera idejas meža apsaimniekošanas plānošanā, atsaucoties uz viņa izstrādāto metodi. Teorijai radās daudz piekritēju Bija daudz palīgu, kā *G.*Heiers, Stotzer, H.Martin, M.Ender, Borgmann un citi, katrs no tiem papildināja skolu ar plaši sazarotu domu apkopojumu. Vienotu sistēmu izstrādāt neizdevās, jo zinātnieku starpā valdīja nevienprātība. Īpašas domstarpības radās jautājumā par procentu likmes piemērošanu.

Cik krasi - procentuālās likmes efekts ietekmē finansu aprites ilgumu un pašas zemes vērtību, aprakstīts H. H. Chapman grāmatā Meža taksācija, 1947, 174 lpp., ar Terp. priežu audzes piemēru no Luiziānas (Louisiana), kas rāda, ka pie:

3 % likmes finansu aprite rit 60 gadus, un zemes vērtība ir $ 34.27;

5 % likmes finansu aprite rit *40* gadus, un zemes vērtība ir $ 9.91.

Jo augstāka procentuāla likme, jo zemāka zemes vērtība un finansiālā aprite, un pretēji, - zemāka procentu likme, augstāka zemes vērtība un finansiālā aprite.

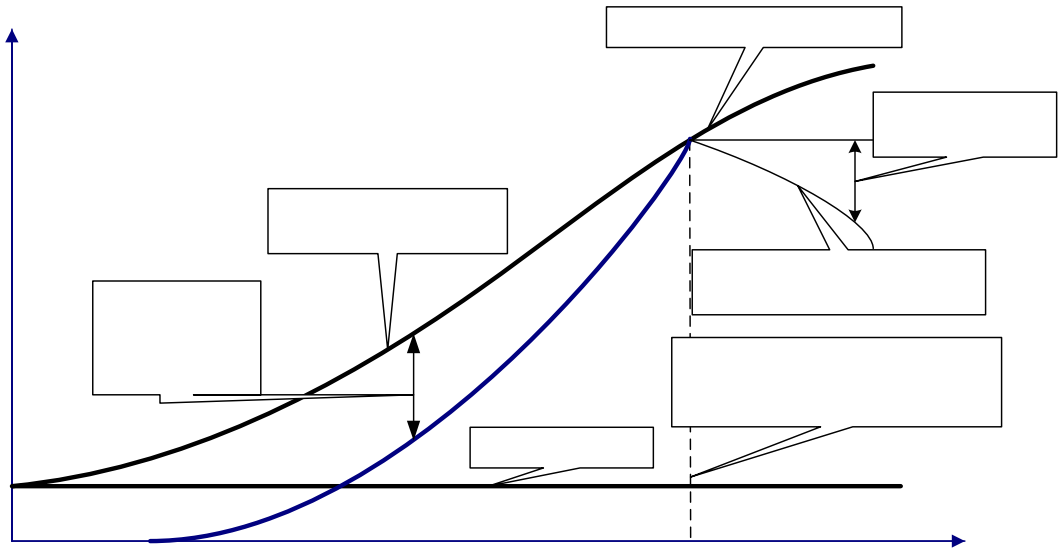
(Markus, 1967). Tātad zemes vērtība ir atkarīga no saimniecībai piemērotās procentu likmes. Tas rada draudus pieņemt kļūdainus lēmumus meža apsaimniekošanas formas un cirtes aprites cikla ilguma izvēlē, jo lēmuma pieņemšanu nevar balstīt uz šauriem matemātiskiem aprēķiniem, kuri tiek balstīti uz pieņēmumiem.

## *1.2. Mežaudzes tīrā tagadnes vērtība*

Izmantojot Faustmana formulu, audzes vērtību a – tajā gadā nosaka pēc audzes sagaidāmās vērtības ciršanas vecumā, to diskontējot uz noteikto vecumu. Mežaudzes vērtība ir atkarīga no pieņemtās procentu likmes.

$$St_m = \frac{A_u + D_q(1+r)^{u-q} - (L+V)((1+r)^{u-a} - 1)}{(1+r)^{u-a}} \qquad (2)$$

Mežaudzes tīrās tagadnes vērtības noteikšanas principi parādīti 1.attēlā:



1.attēls: Mežaudzes tīrās tagadnes vērtību aprakstošie rādītāji.

Metodei pastāv arī cita veida ierobežojumi, kas saistīti ar pretrunām starp teorētiskajiem pieņēmumiem un faktisko meža apsaimniekošanu. Šī iemesla dēļ nereti tiek izmantota Faustmana formulas vienkāršota metode, kurai par pamatu ņem tikai pārējos (gala) ieņēmumus un izdevumus un audzes atjaunošanas izmaksas. Problēmas rada procentu likmes un nākotnes cenu tirgus izmaiņas prognozes. Viens no Eiropas meža resursu uzskaites sistēmas ieteikumiem ir pieņemt tādu procentu likmi, kāda ir valsts obligācijām, bet iespējamās cenas un izmaksas pieņemt tādas, kādas ir pašreiz (EC Eurostat 2000).

Pamatojoties uz iepriekš aprakstīo metodi Somijas un Zviedrijas speciālisti izstrādājuši sistēmu kā salīdzināt un novērtēt dažādu apsaimniekošanas alternatīvu ietekmi uz ieguldījumu lielumu (Hyder & Lönnstedt & Penttinen, 1994). Metode tiek

izmantota arī privātmežu apsaimniekošanas plānošanā. Tomēr jāņem vērā, ka meža īpašnieku lēmumi vairāk saistīti ar mērķi iegūt peļņu savas dzīves laikā. Pēc Lönnstedt (1989, 1998) pētījumiem, meža īpašnieku apsaimniekošanas plāni nepārsniedz 20...30 gadu periodu. Jāatzīmē, ka īslaicīga perioda plānošana raksturīga arī ar samērā stabilu cenu attiecību starp dažādu resnumu un kvalitātes sortimentiem un vienmērīgām izmaksu un cenu izmaiņām (Klemperer, 1996).

Starp ievērojamiem pasaules ekonomistiem, ieskaitot Nobela prēmijas laureātus, līdz šim nav izdevies vienoties par terminoloģiju, metodēm un pieejām zemes rentes noteikšanā .Visi ir vienisprātis par zemes piedāvājuma absolūto neelastīgumu, ka zemes rente ir cena par zemes resursu izmantošanu, ka pastāv dažādas zemes resursu izmantošanas alternatīvas. Tādēļ no atsevišķu nozaru un firmu viedokļa zemes rente ir izdevumi.

Autoritatīvākais XX g.s. mežsaimniecības ekonomists- Gerhard Speidel (Speidel G.1984.) rakstīja: "Zemes rentes maksimālā vērtība ( maksimālā procenta likme) kalpo kā kritērijs t.s. finansiālā cirtes aprites laika noteikšanai, .taču –zemes rentei nav būtiskas nozīmes kā mežsaimnieciskās darbības ekonomiskajam rādītajam; zemes rente ir visai nepilnīgs un nedrošs meža pārvaldes instruments, par cik tās precīza aprēķināšana ir visai sarežģīta un problemātiska. Šajā sakarā viņš atzīmē , ka meža zemju tirgus ir ļoti vāji attīstīts un tādēļ praktiski nav zināmas precīzas attiecīgās zemes tirgus cenas. Zemes tīrā tagadnes vērtība nevar tikt izmantota kā kritērijs meža izmantošanas un atražošanas efektivitātes noteikšanai.

Arī šodien Eiropā un ASV meža zemju pirkšanas –pārdošanas darījumiem ir visai ierobežots raksturs. Meža zemju vērtību praksē nosaka galvenokārt attiecīgo nodokļu aprēķināšanai. Šajos apstākļos kļūdas meža zemju vērtības noteikšanā bieži pārsniedz rentes pieaugumu. Zināms izņēmums ir parejas ekonomikas valstis, ieskaitot Latviju, kur pārejas periodā meža zemju pirkšanas –pārdošanas darījumi notiek biežāk.

Faustmana formulas metamorfozes ir apbrīnojamas. Tās pielietošana praksē XIX g.s. beigās noveda pie katastrofiskiem rezultātiem- plaša mēroga vējgāzēm egļu tīraudzēs. Jāatzīmē, ka pēc tam Vācija Faustmana formulu praksē neizmanto. Faustmana formulu jau sen asi nokritizēja paši vācieši ( Gerhard Speidel un citi) un viņi to praksē nepielieto.

XIX g.s. otrā pusē Faustmana formulu pārņēma amerikāņi. Zīmīgi, ka viņu izmantotajā literatūras sarakstā nav tie vācu ekonomistu darbi, kuri šo formulu kritizē ( G Speidel, E.Ostvalds u.c.)

Nobela prēmijas laureāts P.Samuelsons šo formulu atbalstīja galvenokārt tāpēc, ka Faustmans, atšķirībā no pārējiem ekonomistiem, izmantoja ekonomiski pamatotu( pēc viņa ieskata) diskonta likmi.

Pēc tam (1983) vācu ekonomisti teorētiski pamatoja tēzes, ka Faustmana formula ir pretrunā ar ilgtspējīgas un nenoplicinošas meža resursu izmantošanas pamatprincipiem, ko P Samuelsons atstājis bez ievērības (K.Pertz).Pie tam, K.Pertz matemātiski pierādīja, ka atsevišķu nogabalu vērtību summa nav identiska meža ekosistēmu kopuma( objekta ) vērtībai.

Zemes rentes teorija, uz kuras pamatojas Faustmana formula ir pretrunā ar meža ilgtspējīgas attīstības principiem, jo rente tiek identificēta ar ciršanas tāmes vērtību.(E. Ostvalds).

Pretēji ilgtspējīgas attīstības principiem Faustmana formulā meža resursu atražošanas cikls noslēdzas ar mežaudžu nociršanu galvenajā cirtē, ne ar to atjaunošanu. Šī principa praktisko nozīmi labi ilustrē Krievijas mežsaimniecības pārvaldes sistēma, kura negarantē meža resursu ilgtspējigu izmantošanu.

Fakts, ka Faustmana formula ir atgriezusies Latvijā ir paradoksāls, ņemot vērā, ka E. Ostvalds ir meža kapitālvērtības teorijas pamatlicējs pasaulē.

Faustmana formulas ilgstošo dzīvotspēju nosaka sekojoši faktori:

- Lidz šim nav izstrādāta vispārpieņemta meža kapitāla vērtības teorija, kā arī meža resursu atražošanas pasākumu efektivitātes noteikšanas teorētiskie un metodiskie pamati;
- Valodu barjera (tā piemēram, amerikāņu ekonomisti ir nepietiekami iepazinušies ar vācu ekonomistu darbiem, pie tam pēdējie kritizēja Faustmana formulu galvenokārt no praktiska viedokļa (viens no nedaudzajiem izņēmumiem ir K Pertz);

Faustmana formulu nereti rekomendē bez teorētiska pamatojuma, izceļot atsevišķus tās elementus. Nobela prēmijas laureāta ekonomikā P. Samuelsona pozitīvo Faustmana formulas vērtējumu izskaidro tas apstāklis, ka viņa rīcībā bija tikai novecojusi mežsaimniecības ekonomikas literatūra. Viņa izmantotās literatūras sarakstā figurē, līdzās Faustmana rakstam, XX g.s. sākumā publicētie vācu mežsaimnieku darbi, kuri pārstāvēja toreiz populāro statisko "normālā meža teoriju"( B Fernow 1902, I. Fisher 1906). Kad P. Samuelsons rakstīja savu darbu, "normālā meža teorija" bija sen novecojusi, kā neatbilstoša ilgtspējīgas meža resursu izmantošanas principiem reālos apstākļos. Augstāk minētais daļēji var izskaidrot, kādēļ Samuelsons uzskatīja, ka diskonta likmes paaugstināšana (vairāk par Faustmana pieņemtajiem 3%) noved pie pazeminātā galvenās cirtes vecuma. Bez tam, P. Samuelsons pievērsa īpašu uzmanību tam apstāklim, ka pārējie mežsaimniecības ekonomisti, atšķirībā no M. Faustmana 3% procentu likmes, rekomendē ekonomiski nepamatotu diskonta likmi.

Žurnāla Forest Policy and Economics ( vol.6, 2004, p.197 ) redaktors aprobežojas ar piezīmi, ka Faustmana formula var būt piemērota monoresursa-koksnes atražošanas apstākļiem, bet ne meža ekosistēmu ilgtspējīgai atražošanai.

Faustmana formula, blakus augstākminētajiem principiālas dabas trūkumiem, arī toreizējos apstākļos nebija universāla. Tās izstrāde bija atbilde uz nelielo meža zemju īpašnieku praktiskajām vajadzībām. Precīzāk sakot viens no centrālajiem jautājumiem bija saistīts ar zemes nogabala pirkšanai saņemtā kredīta atmaksāšanu. Gerhard Speidel atzīmēja, ka nelielo meža īpašumu pārvaldes izdevumi, kā arī pamatfondu vērtība ir minimāla, tādēļ pie citiem līdzīgiem apstākļiem šo mežu kapitāla rentabilitāte ir augstāka. Šis apstāklis zināmā mērā sekmēja Faustmana formulas pielietošanu XIX g.s.

Taču zemes renti, optimālo cirtmeta vecumu un citus ekonomikas rādītājus nevar noteikt attiecībā uz atsevišķu meža nogabalu, vai nelielu meža īpašumu izolēti no kopējā meža īpašuma un pieprasījuma un piedāvājuma attiecībām un cenām reģionālos un pasaules tirgos.

## *1.3. J.Iesalnieka metode un tas pielietošanas problēmas*

J.Iesalnieka piedāvātās metodes pamatā ir Faustmana formula, kuras izvērtējums ir dots iepriekš. Diemžēl arī zemes tīrā tagadnes vērtība tiek noteikta nekorekti. Pietiek minēt to, ka tiek diskontēti kopā sajauktie kapitāla un tekošie ienākumi un izdevumi.

Faustmana formulas pielietošana nedod iespēju apmierinoši risināt galvenos Latvijas meža politikas mērķus un uzdevumus:

- Kapitāla( meža ) vērtības dinamikas noteikšanu;
- Meža resursu paplašinātas atražošanas pasākumu un attiecīgo izdevumu aprēķināšana, kas nodrošina meža kapitāla vērtības saglabāšanu, bet nevar to palielināt;
- Meža resursu paplašinātas atražošanas pasākumu apjomu, teritoriālā izvietojuma un nepieciešamo izdevumu optimizāciju (pasākumi, kuri palielina meža kapitāla vērtību (mazvērtīgo audžu rekonstrukcija, meža zemju nosusināšana un tml.)

Nav iespējama meža politikas mērķu realizācijas operatīvā kontrole.

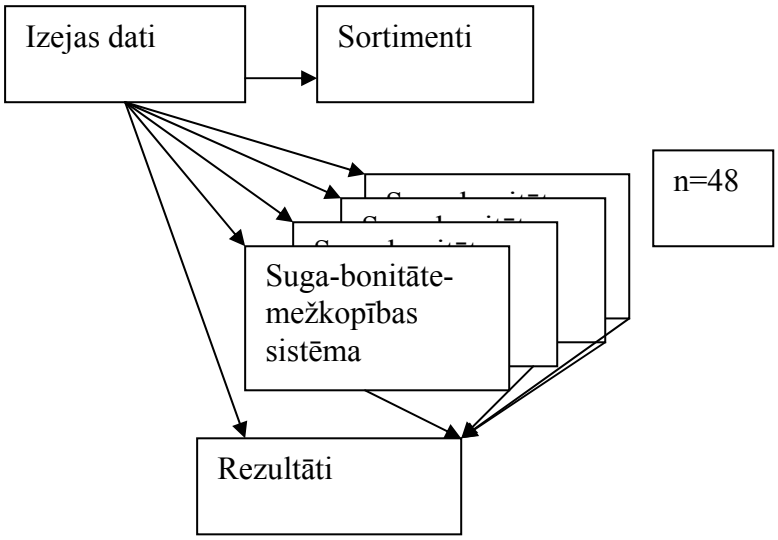
Zemes vērtība kā kritērijs mežsaimnieciskās darbības efektivitātes noteikšanai, ieskaitot meža kapitālvērtības noteikšanu, rada virkni negatīvu seku. Šāds kritērijs mijiedarbībā ar zinātniski nepamatotu mežsaimnieciskās darbības tekošo izdevumu diskontēšanu un citiem kļūdainiem pieņēmumiem izraisa lielu viennozīmīgu negatīvu sinerģētisku efektu. Te jāmin mākslīgi saīsināta galvenās cirtes aprite un kā neizbēgams rezultāts –ievērojami augstvērtīgas, lielu dimensiju koksnes resursu zaudējumi .Vēl vairāk, augstāk minēto iemeslu dēļ Faustmana formulas pielietošana dod saīsinātus cirtmeta vecumus, pie kuriem var iegūt pasaules tirgos maz pieprasītu koksni. Lai izbeigtu no absurda rezultāta ekonomisti pielieto dažādus paņēmienus, kuriem nav nekāda zinātniska pamata. Visbiežāk pielieto samazinātus diskontēšanas koeficientus -0,01-0,02.

Nereti , lai izbēgtu no absurda rezultāta, ekonomisti izrēķina diskonta likmi( r), kura nodrošina iepriekš uzdoto cirtmeta vecumu (К.Г.Гофман,.)

Vēl nozīmīgāks ir jautājums par tekošo mežsaimnieciskās darbības izdevumu diskontēšanu. Visas ekonomikas nozares diskontē tikai kapitālieguldījumus(kādi izdevumi ir pieskaitāmi tekošiem un kādi kapitālieguldījumiem, to metodiski atrisināja jau Ostvalds).Visam tam ir ne tikai teorētiska, bet ari praktiska nozīme. Šeit domāta ne tikai zinātniski pamatota meža kapitāla vērtības noteikšana, bet arī vienota metodiska pieeja kapitālieguldījumu efektivitātes noteikšanā mežsaimniecībā un mežrūpniecībā. Meža īpašnieks var izlemt, kas viņam izdevīgāk, ieguldīt līdzekļus meža kapitālvērtības palielināšanā vai jaunu tehnoloģiju ieviešanai kokmateriālu sagatavošanā un pārstrādē.

## 1.3.1.J.Iesalnieka programmas prototipa Failu sistēma

IMKAP vispārējā shēma




Izejas dati
Sortimenti
Suga-bonitāte-mežkopības sistēma
Rezultāti

Fails „Izejas dati” satur sekojošas darba lapas:

- Platība
- Diskonta likme
- Nodoklis
- Admin izdevumi
- Medību noma
- Mežsaimn. izmaksas
- Komerc kopšana
- Koku cenas
- Caurmēri
- Infrastruktūra

„Platība”

Lapa satur datu ievades tabulas
Platību sadalījums pa vecumiem + ZKAT – izcirtums 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11-20,21-30,…121-130,131<. kopā 24 vecuma gradācijas klases
6 sugas bez saimn. darbības apgrūtinājumiem (P,E, B, A, M, Ba)
5 sugas izlases cirte (P,E, B, A, M)
2 līdz 6 bonitātes
Kopā 48 vienības

Saites ar failu „rezultāti”

Nav skaidrs vai aprēķinos tiek iekļautas lauces, degumi, vējgāzes u.c. platības, kurās pašreiz nav mežaudzes.

„Diskonta likme”
Lapa satur datu ievades koeficientu „diskonta likme”
Saites ar failiem (suga, bonit mežkopības sistēma) darbalapām „rot n” n – izvēlētais rotācijas periods.

„Nodoklis”
Satur 3 tabulas

1. Novietojuma koeficients pa rajoniem

- dotas vērtības pa rajoniem, nav norādīts aprēķina algoritms.

2. Datu ievades laukus Novietojuma koeficients, labojuma koeficientu vērtības un nodokļa procentu likme

3. Nodokļa lieluma aprēķins valdošajai sugai, bonitātei atkarībā no nodokļa likmes, kadastrālās vērtības

Koriģētais novietojuma koeficients aprēķināts
$K_{n\ korr} = K_n * K_k$,
kur
$K_n$ – novietojuma koeficients
$K_k$ – korekcijas koeficients

Kadastrālā vērtība aprēķināta kā
$3{,}71 * K_{n\ korr}$ Balle

Balles aprēķina algoritms nav dots.
Lapā nevajadzīgi dublētas novietojuma koeficienta un nodokļa likmes vērtības.

Saites ar failiem (suga, bonit mežkopības sistēma) darbalapām „rot n” n – izvēlētais rotācijas periods

„Admin. izd.”

Lapa satur 2 tabulas

1. Administratīvie izdevumi pa Mežsaimniecībām - aprēķina algoritms nav norādīts
Vidējā svērtie administratīvie izdevumi – aprēķina algoritms norādīts,
Nenosaukti datu ievades koeficienti šūnās J16, B1, attiecīgi labojuma koeficients un koeficients negatīvas vērtības aprēķināšanai, Nenosaukts skaitlis šūnā E3 (iespējams, ievadāmā administratīvo izdevumu vērtība)
2. Administratīvie izdevumi pa sugām, bonitātēm – viena vērtība, kas aprēķināta kā visu 3 iepriekš minēto koeficientu reizinājums.
Saites ar failiem (suga, bonit mežkopības sistēma) darbalapām „rot n" n – izvēlētais rotācijas periods.

„Medību noma"

Lapa satur
2 datu ievades koeficientus - labojuma koeficients un vidējās nomas maksas koeficients, kā arī 2 tabulas:
1. Vidējās medības nomas maksas aprēķins

Vidējais svērtais= summa(i tās m/s platība*i-tās m/s nomas maksa)/ m/s platību summa

2. Nomas maksas aprēķins, kas ir abu koeficientu reizinājums.

„Mežsaimn. izmaksas"

Lapa satur datu ievades koeficientus –

Labojuma koeficients
Naudas plūsmas virziena koeficientu.
Tehnikas izmantošanas koeficients izlases cirtēs.
Mākslīgās atjaunošanas īpatsvars (E, B sugām)
Mākslīgās atjaunošanas īpatsvars P audzēs pa bonitātēm (4)
Izcērtamās krājas daļas koeficients izlases cirtes paņēmieniem (4 paņēmieni)

un tabulas:
Darbu izmaksas

Augsnes gatavošana
Stādīšana (3 sugas)
Sēšana (1 suga)
Kultūru kopšana
Kultūru kopšana 2X
Sastāva kopšana
Summētās stādīšana un kopšana (3 sugas –P,E,B)

Vērtības aprēķinātas ņemot vērā izvēlētās darbu izmaksas Ls/ha* naudas plūsmas v virziena koeficients* labojuma koeficients.

Lapa satur tabulu, kurā apkopotas vidējās darbu izmaksas katrā mežsaimniecībā, kā arī vidējās vērtības. Aprēķinātās vērtības tālākos aprēķinos netiek izmantotas.

Saites ar failiem (suga, bonit mežkopības sistēma) darbalapām „rot n” n – izvēlētais rotācijas periods.

„Komerc. kopšana"

Valdošā suga, bonitāte, 3 kopšanas
Katrai grupēšanas vienībai
Pieņemta izcērtamā likvīdā krāja (m3/ha), vērtība Ls/ m3) un izcērt. krājas vērtība, Ls/ ha

Saites ar failiem (suga, bonit mežkopības sistēma) darbalapām „rot n” n – izvēlētais rotācijas periods.

“Koku cenas”

Lapa satur 7 korekcijas koeficientus un 3 tabulas
Datu ievades lauks „Koksnes sagatavošanas un pievešanas izmaksas galvenajā cirtē, Ls/m3”
Korekcijas koeficients „Koksnes sagatavošanas un pievešanas izmaksas galvenajā cirtē, Ls/m3”

Koriģētās koksnes sagatavošanas un pievešanas izmaksas = koksnes sagatavošanas un pievešanas izmaksas* korekcijas koeficients.

Datu ievades tabula
Koksnes cenas mežā pie ceļa, Ls/m3 sadalījumā pa sugām un caurmēru pakāpēm (6 sugas, 5 diametra gradācijas klases)
Korekcijas koeficients „Koksnes cenas mežā pie ceļa, Ls/m3
Korekcijas koeficienti „Koksnes cenas mežā pie ceļa, Ls/m3 pa caurmēru grupām (5 gab.)

Tabula, kurā atspoguļotas koriģētās augošu koku cenas, kurās koriģētajām cenām pie ceļa atņemtas koriģētās izmaksas
Saites ar failiem (suga, bonit mežkopības sistēma) darbalapām „aprekins”

„Caurmeri”

Lapa satur 5 tabulas un 1 koeficientu.

Tabulās atspoguļotas 6 sugām audzes krājas proporcijas sadalījumam 5 pakāpēs aprēķināšanai nepieciešamo koeficienti.
Datu ievades koeficients Tievās lietkoksnes iznākuma K no otrā stāva krājas
Saites ar failiem (suga, bonit mežkopības sistēma) darbalapām „aprekins”

„infrastrukt”
Lapa satur divas tabulas un 3 koefiecientus

Infrastruktūras uzturēšanas izdevumu vērtības ievades lauks
Korekcijas koeficients

Naudas plūsmas virziena koeficientu.

Tabula Infrastruktūras uzturēšanas izdevumi
Atspoguļotas vērtības pa mežsaimniecībām, apr. aritmētiskais vidējais
Rezultāts nav saistīts ar turpmākajiem aprēķiniem.

Tabula, kurā atspoguļoti koriģētie Infrastruktūras uzturēšanas izdevumi
Koriģētie infrastruktūras uzturēšanas izdevumi =Naudas plūsmas virziena K*
Korekcijas koeficients*infrastruktūras uzturēšanas izdevumi

Fails (suga,bonit-izl.c.)

Faili sastāv no 2 (A) līdz 7 (P) lapām „rot n+), kur n rotācijas perioda garums
Datu ievads
Aprekins
Vert. Galv. cirt.

„Datu ievads”

Lapā ir 2 tabulas, kurās atspoguļoti:
Audzes krājas dinamiskās attīstības koeficients pie dažādiem rotācijas periodiem
Audzes taksācijas rādītāji (Dvid, Vvid) dažāda vecuma audzēs un sugu mistrojums galvenās cirtes vecumā.

Audzes krājas dinamiskās attīstības koeficienti, izvērtējot pēc saitēm atspoguļo tikai vērtības izmaiņas galvenajā cirtē.

Saites ar lapām: „rot n+”
„aprekins”

„Aprekins”

Lapā tiek aprēķināta krājas sadalījums pa caurmēra pakāpēm un to kopējā vērtība

„rot n+”

Lapās tiek aprēķinātas diskontētās un kompondētās naudas plūsmas

Sagaidāmā zemes vērtība tiek aprēķināta izmantojot Faustmana formulu, gan kailcirtes gan pakāpenisko ciršu gadījumā.

Šāda pieeja otrajā gadījumā dot samazinātu vērtību, jo atjaunošanās notiek ātrāk nekā pēc 4 paņēmiena, tādējādi 1. rotācija atšķiras no tai sekojošajām.

# 2. Modeļa izstrāde, metodikas apraksts, algoritmu vizualizācija.

## *2.1. Meža kapitāla vērtības teorija*

Meža kapitāla vērtības teorija Pasaulē līdz šim ir izstrādāta visai nepietiekami. Tā piemēram, pazīstamais ASV ekonomists W.D.Klemperer savā darbā " Forest Resource Economics and Finance " mežu salīdzina ar bagātību krātuvi vai kapitālu, kura vērtība ar laiku palielinās. Tālāk viņš pasvītro, ka mežsaimniecība ir tik kapitālintensīva, ka meža kapitāla vērtības teorijas dziļa izpratne ir vitāli svarīga citu mežsaimniecības ekonomikas problēmu pareizai risināšanai.. Diemžēl meža kapitāla vērtības teorijas pamatjautājumus viņš neizskata.

Viens no vadošajiem Kanādas ekonomistiem P. H. Pearse aprobežojas ar kapitālieguldījumu efektivitātes noteikšanu mežsaimniecībā, pie kam viņa pieeja nevar tikt novērtēta viennozīmīgi. Pasaules mežsaimniecības speciālistu forumos meža kapitāla vērtības teorijas jautājumiem netiek pievērsta vajadzīgā uzmanība.

XXI g.s. iezīmējas ar paaugstinātu uzmanību vides aizsardzības , sociālajiem un citiem meža kapitālvērtības aspektiem. Taču trūkst vienotas metodiskas pieejas. Vēl vairāk, pieaug to ekonomistu skaits, kuri uzskata, ka vides aizsardzības pakalpojumi nevar tikt novērtēti ar tirgus ekonomikas metodēm. Meža kapitāls ir dabas kapitāla sastāvdaļa. Termins "dabas kapitāls" ekonomiskajā literatūrā ir sastopams jau sen, taču galvenokārt, lai apzīmētu dabas resursu kopumu, kuru izmanto vai var izmantot dažādu preču ražošanai".

1992 g. iznāca grāmata –Constanza R., Daly H. „Natural capital and sustainable development"// Conservation Biology, 1992, v. 6, No 1, pp. 37-46. Augstākminētajā darbā dabas kapitāls nozīmē " resursi/ aktivi ( stock), kuri nodrošina ilgtspējīgu ( kvalitatīvā un kvantitatīvā nozīmē),vērtīgu preču un pakalpojumu plūsmu. Dabas kapitāls ražo arī ekoloģiskos pakalpojumus, piemēram, rūpniecisko atkritumu asimilēšanu, augsnes aizsardzību utt.

Meža kapitāla vērtības teorijas pamatus izstrādāja E.Ostvalds. Tie ir sekojoši:

- Meža pārvaldes, kā arī meža kapitāla vērtības noteikšanas objekts ir nevis izolēts meža nogabals, bet to kopums, kura ietvaros var nodrošināt ilgtspējīgu meža resursu izmantošanu un attiecīgi kapitālvērtības saglabāšanu vai paaugstināšanu;
- Mežsaimniecībā pamatkapitāls sastāv ne tikai no zemes, ražošanas ēkām un mašīnām, meža ceļiem, meliorācijas sistēmām, bet arī no augoša meža krājas.
- Ilgtspējīgas meža izmantošanas sistēmā cirsmu atjaunošanas, kā arī meža pārvaldes izdevumi ir pieskaitāmi pie tekošajiem izdevumiem. Tas nozīmē, ka to palielināšana nevar palielināt meža kapitāla vērtību.
- Meža kapitāla vērtību var palielināt tikai pasākumi, kuri ir saistīti ar meža kapitālu, piemēram, mazvērtīgo audžu rekonstrukcija, meža zemju nosusināšana, ceļu būve un tamlīdzīgi pasākumi;

- Meža zeme un augošu koku krāja ekonomiski ir tik cieši saistīti, ka korekta to vērtības noteikšana atsevišķi nav iespējama. Šo pasākumu optimizēšana ir saistīta ar diskontēšanu.

Meža rentes teorētiskos pamatnosacījumus profesors E. Osvalds izteica 18 tēzēs (LLU vec. pasniedzēja L. Linarta raksts „Meža dzīve" 4/ 1992. „Profesora Eižena Osvalda zinātniskais mantojums"):

1. Tīri matemātiskiem secinājumiem meža ekonomikā ir tieksme maldināt, ja tos nepakļauj ekonomiskai pārbaudei;
2. Deduktīvā ( no vispārīgiem spriedumiem uz atsevišķiem) metode meža ekonomikā ir ierobežotāk lietojama nekā induktīvā (no atsevišķām parādībām un vispārīgiem likumiem). Nevis normālais, bet drīzāk gan reālais mežs, pārsvarā anormāls, var atklāt mežsaimniecības iekšējos likumus;
3. Meža ekonomiskajā teorijā mežu nevar vērtēt kā atsevišķu audžu aritmētisko summu;
4. Ne sils, ne birzs kopumā ar atbilstošu augsnes sastāvu un augošu meža koksnes krāju nav pielīdzināmi ražotai precei, tas drīzāk ir dabas produkts, kuram ir maiņas vērtība neatkarīgi no tā, vai tas ir dabiski vai mākslīgi audzēts;
5. Ekonomisko vienību veido nevis atsevišķa audze, bet mežs kā kopums, no kura audze ir tikai daļa;
6. Pamatkapitālu mežsaimniecībā pārstāv ne tikai augsne, būves, inventārs bet arī augoša meža koksnes krāja. Ekonomikā atsevišķas audzes koksnes krāja pārstāv ekonomiski attaisnojamas audzes veidošanas izmaksas. Mežaudzes atjaunošanas un administratīvās izmaksas nav ilgstošas ražas veidošanas procesa pamatkapitāla daļa;
7. Ilgajā mežsaimnieciskās ražošanas ciklā pamatkapitāls veidojas no rentes un procentu kapitāla. Rentes kapitāls aptver augošu koksnes krāju un zemi, ietverot tajā ceļus, hidromeliorāciju un citus kapitālus uzlabojumus. Turpretī būves, inventārs un rezerves fonds sastāda procentu kapitālu. Rentes kapitāls jūtīgs pret uzlabojumiem. Īpatnība , ka mežs kā dabas produkts bez patēriņa rentes dod arī uzkrāto renti, kas veidojas no nenopelnītā kokmateriālu cenu pieauguma. Uzkrāto renti iespējams ievērojami palielināt, ceļot meža produktivitāti ar meža meliorāciju un citiem pasākumiem. Tikai mazu daļu no uzkrājuma rentes var realizēt tūlīt kā ikgadējās cirtes pieaugumu. Procentu kapitāls pakļauts vidējai procentu likmei vietējā tirgū;
8. Mežaudzes krāja un zeme veido kopējo rentes kapitālu, kas ietekmē mainīgo un iepriekš neparedzamo uzkrājumu renti;
9. Preslera- Heijera – Judeiha zemes rentes jaunā versija nevar būt ekonomiskās efektivitātes kritērijs mežsaimniecībā, tai ir jābūt meža rentes teorijai ar meža renti zemes rentes vietā;
10. Mežam procentu likmi iepriekš noteikt nav iespējams. Vērtībām, kuras aprēķinātas balstoties uz pieņemto vislabvēlīgāko procentu likmi ir tikai salīdzinoša nozīme. Konkrētā meža kapitāla absolūtās vērtības un to renti iepriekš noteikt nav iespējams;

11. Mežsaimniecībā klasiskā finansiālā aprite ir atmetama. Tā nevar kalpot kā meža kapitāla vēlamā ražīguma mērs, ne kā rādītājs faktiskajam tirgus pieprasījumam;
12. Piedāvātā meža rentes teorija atsakās no cenu vērtības principa , bet balstās uz diskontēto jeb aprēķināto vērtību;
13. Faustmana formulas vietā izstrādātā meža rentes formula ir meža ekonomikas pamatformula, tās ir savstarpēji atšķirīgas un nevar pastāvēt vienas teorijas darbības ietvaros;
14. Vislabvēlīgākā ikgadējā cirte plānojamā periodā var tikt noteikta , pamatojoties nevis uz vecumklašu sadali, bet tikai, salīdzinot dažādus vadības plānus dotajam mežam;
15. Meža ienākumi var būt kā rente un kapitāls, līdzīgi var būt arī izdevumi. Izdevumi var būt brīvie un saistītie. Brīvie izdevumi ir tad, ja to rezultātā iegūst papildus ienākumus. Izdevumi pēc šīs teorijas ir saistītie, ja kaut kādās to robežās rodas lielāki papildus ienākumi. Brīvo izdevumu apjomu nosaka pēc to izlietojuma minimuma, bet saistīto izdevumu vairumu var noteikt tikai kā starpību starp ienākumiem un izmaksām;
16. Fakts, ka relatīvās ekonomiskās stabilitātes periodā kokmateriālu sortimentu cenu attiecības vairākas desmitgades paliek gandrīz nemainīgas, mežsaimnieciskajos aprēķinos mainīgo tekošo cenu vietā , kad tas ir pieļaujams, var lietot nosacītās cenas, t.i., vidējo cenu attiecību lielumu par desmitgadi, izslēdzot neprognozējamo cenu mainīgo pieaugumu. Nosacītā cena ļauj runāt par nākotnes vērtību tirgū, kas nerada grūtības pārejai uz reālo vērtību, ja ir zināms faktiskais cenu pieaugums;
17. Ilgstošais ražošanas cikls, ievērojot nepārtrauktības principu, nebeidzas ar mežizstrādi, bet gan ar izcirtumu apmežošanu. Atjaunošanas izmaksas tiek nodrošinātas ar audžu gala ražu (meža renti);
18. Lēmumu attiecībā uz mērķa produkciju un piemērojamo diskontēšanas likmi pieņem meža īpašuma pārvalde.

## *2.2.Meža kapitālvērtības noteikšanas metodes apraksts*

Meža kapitālvērtības teorija tiek balstīta uz sagaidāmās un salīdzināmo darījumu (transakciju) vērtēšanas metodēm:

- Sagaidāmās vērtēšanas princips nozīmē to, ka īpašuma vērtība ir atkarīga no īpašuma apsaimniekošanas sagaidāmajiem ieņēmumiem un to prognozēm;
- Salīdzināmo darījumu vērtēšanas princips nozīmē to, ka īpašuma tirgus vērtība ir atkarīga no efektīvajiem kapitālieguldījumiem, kas izvērtējot visus iespējamos riskus nodrošina spēju gūt maksimālos ieņēmumus no īpašuma apsaimniekošanas.

Izmantojot kapitālvērtības metodi, iespējams noteikt īpašuma ražošanas vērtību izmantojot esošo un prognozējot sagaidāmās finansu plūsmas, izvērtējot esošos un sagaidāmos riskus, kā arī nosakot finansu plūsmu raksturu (periodiskie vai regulārie ienākumi). Korektu aprēķinu gadījumā iegūtā vērtība ir atbilstoša īpašuma tirgus vērtībai.

Teorija tiek balstīta uz vispārpieņemtiem ekonomikas teorijas pamatprincipiem, kad īpašuma kapitāla vērtība tiek aprēķināta kā tīro ienākumu un īpašumam piemērotās kapitalizācijas likmes attiecību (formula 3.)

$$K = \frac{p}{r} \qquad (3)$$

*Kur:*
*K – īpašuma kapitālvērtības, LVL;*
*P – tīrie ienākumi, LVL;*
*r –kapitalizācijas likme, 1/100*

Meža kapitālvērtību iespējams aprēķināt izmantojot trīs metodes:

- Kopējo ienākumu analīzes metode;
- Diskontēto ienākumu analīzes metode;
- Tiešo ienākumu kapitalizācijas metode;

Meža kapitālvērtības noteikšanai ieteikts izmantot tiešo ienākumu diskontēšanas metodi, jo šī metode ir piemērot lielu meža īpašumu apsaimniekošanā un sniedz iespēju atrisināt līguma darba uzdevumos iekļautos jautājumus.

## Tiešo ienākumu kapitalizācijas metode;

Metode tika izvēlēta tāpēc, ka to iespējams izmantot īpašumos, kuros ienākumi tiek gūti ilgstoši un iespējams nodrošināt to noturīgo profilu. Šādos īpašumos parasti nav nepieciešams veikt pirmreizējās investīcijas.

Īpašuma kapitālvērtību nosaka aprēķinot ikgadējo tīro ienākumu profilu (meža renti) un pieņemot tai atbilstošo kapitalizācijas likmi. Lai to iespējami precīzi noteiktu nepieciešams aprēķināt sekojošu ienākumu prognozes:

- Potenciālie kopējie ienākumi;
- Efektīvie jeb iespējamie kopējie ienākumi;
- Operatīvās izmaksas.

*Operatīvās izmaksas* veido īpašumam atbilstošā apsaimniekošanas mērķa nodrošināšanas izmaksas (funkcionēšanas izmaksas) un efektīvo vai iespējamo kopējo ienākumu gūšanas izmaksas;

*Efektīvie jeb iespējamie kopējie ienākumi* – koriģētie potenciālie kopējie ienākumi, no kuriem atņemti ienākumi par neizmantotajām platībām, ražošanas zaudējumi, un citi faktori, kas samazina ienākumus;

*Tīrie ienākumi* – efektīvie jeb iespējamie ienākumi, no kuriem atskaitītas operatīvās izmaksas, nodokļu izmaksas, objektu amortizācijas izmaksas u.c. Mežsaimniecības praksē tīro ienākumu jēdzienam analoģisks jēdziens ir meža rente;

*Meža rente* – tīrie ienākumi uz platības vienību aprēķina brīdī, nerēķinot laika faktora ietekmi.

**Tiešo ienākumu kapitalizācijas metodes ekonomiskais mērķis ir īpašuma tekošās (tīrās tagadnes) vērtības noteikšana. To nosaka pēc laika posmā gūtajiem tīrajiem ienākumiem un tiem atbilstošās kapitalizācijas likmes.**

Metode pamatota ar sekojošiem principiem:

- Metode sevī satur ilgtspējīgas meža izmantošanas un pārvaldes priekšnosacījumus, kuri pilnībā aptver meža apsaimniekošanas plānošanas uzdevumus gan reģionālā, gan vietējā līmenī;
- Metodes pamatā ir prof. E.Ostvalda meža kapitālvērtības teorija, kura precīzi nodala meža resursu atražošanas pasākumus un to izmaksu ietekmi uz meža kapitālvērtības izmaiņām;
- Vienmērīgas meža izmantošanas un meža resursu atražošanas priekšnosacījumu ietekmes uz meža resursu struktūras dinamiku (mežaudžu vecuma struktūras un prognozējamā sortimentu iznākuma) izsvēršana un vienmērīgas meža izmantošanas un citu kritēriju kontrole;

Vienmērīgas meža izmantošana tiek balstīta uz nenoplicinošas meža izmantošanas principiem. Tiek aprēķināti maksimāli iespējamie vienmērīgas meža izmantošanas apjomi turpmākajām desmitgadēm, pie kuriem tiek ilgstoši nodrošināts vienmērīgs tīro ienākumu profils. Tīro ienākumu profils turpmākajās desmitgadēs nedrīkst samazināties.

Pirms kapitālvērtības un ikgadējo meža izmantošanas apjomu noteikšanas jānosaka meža apsaimniekošanas mērķi, nepieciešams novērtēt izveidotās meža pārvaldes struktūras efektivitāti, apsvērt dažādus meža apsaimniekošanas plānošanas variantus, kuri pēc meža resursu valdītāja ieskatiem ir objektīvi. Meža apsaimniekošana tiek plānota izmantojot meža resursu datu bāzi. Meža resursi tiek dalīti saimnieciskajās vienībās atbilstoši to saimnieciskajai nozīmei (sākot no vērtīgāko audžu grupas līdz mazvērtīgo audžu grupai). Vienā saimnieciskajā vienībā tiek apvienotas dažāda vecuma audzes ar līdzīgu augšanas gaitu, līdzīgu saimniecisko rīkojumu kopumu, līdzīgu produktivitāti un līdzīgu sagaidāmo vērtību.

Mežaudžu gatavības vecums (galvenās cirtes vecums) tiek noteikts katrai saimnieciskajai vērtībai atsevišķi, pēc tās maksimālās meža rentes. Visu saimniecisko vienību modelēšanas cikliem jābūt vienādiem (10 gadi). Vecuma desmitgažu numerācija tiek sākta no pieaugušām un pāraugušām audzēm (ekspluatācijas fonds) un noslēgta ar pirmās desmitgades jaunaudzēm.

Metodiski svarīgi risināt mežaudžu pāreju no vienas saimnieciskās vienības citā. Šāda pāreja notiek pēc saimnieciskās darbības (meliorācija, mežaudžu rekonstrukcija, kopšana u.c.).

## 1. Meža kapitālvērtības noteikšana

Meža kapitālvērtību nosaka kā mežierīcības periodu sagaidāmo tīro ienākumu tagadnes vērtību summu:

To aprēķina pēc sekojošas formulas:

$$TTV = \sum_{y=0}^{n} \frac{R_n - C_n}{(1+r)^n} = (R_0 - C_0) + \frac{R_1 - C_1}{(1+r)^1} + \frac{R_2 - C_2}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{R_n - C_n}{(1+r)^n} \qquad (4)$$

*kur:*

*Rn – Efektīvie jeb iespējamie kopējie ienākumi;*

*Cn – Operatīvās izmaksas;*

*r – procentu likme*

Datu apstrādes programmā minētā formula pārveidota sekojošā izteiksmē:

$$TTV = \sum_{y=0}^{n} \frac{A_n + D_n + M_n - C_n - V_n - I_n}{(1+r)^n} \qquad (5)$$

*Kur:*
*An – Galvenās cirtes ienākumi n periodā, Ls;*
*Dn – Starpcirtes ienākumi n periodā, Ls;*
*Mn – Medību nomas ienākumi periodā, Ls;*
*Cn- Meža atjaunošanas un kopšanas izmaksas, Ls;*
*Vn – administratīvās izmaksas un nekustamā īpašuma nodoklis, Ls;*
*In – infrastruktūras uzturēšanas izmaksas, Ls*

## 2. Pieejamie ikgadējie tīrie ienākumi, Meža rentes noteikšana:

Tīrie ienākumi tiek izteikti kā katra mežierīcības perioda efektīvo ienākumu un operatīvo izmaksu sagaidāmā starpība. Ikgadējie tīrie ienākumi tiek aprēķināti perioda kopējos tīros ienākumus dalot uz perioda ilgumu. Plānošanas perioda kopējo ienākumu tīrās tagadnes vērtības (meža kapitālvērtības) un procentu likmes attiecību sauc par meža renti jeb noturīgo tīro ienākumu profilu, kuru iespējams nodrošināt atbilstoši noteiktajam plānošanas periodam visa meža apsaimniekošanas plāna izpildes laikā. Nosakot optimālo tīro ienākumu profilu svarīgi noteikt katra perioda efektīvos tīros ienākumus, kas kalpo kā salīdzināmais rādītājs un norāda uz rezerves fonda izveides nepieciešamību:

$$p = \sum_{y=0}^{n} \frac{A_n + D_n + M_n - C_n - V_n - I_n}{y} \qquad (6)$$

*Kur:*
*p – ikgadējie tīrie ienākumi, Ls;*
y – perioda laiks, gadi

Meža renti meža īpašumam nosaka pēc sekojošas formulas:

$$Mr = TTV * r \qquad (7)$$

*kur:*
*Mr - Meža rente, Ls/gadā;*
Meža renti periodam nosaka:

$$Mr_n = \sum_{y=1}^{n} TTV_n * r \qquad (8)$$

Aprēķinot meža renti katram periodam iespējams noteikt tīro ienākumu plūsmu šajā periodā. Lai nodrošinātu vienmērīgu tīro ienākumu plūsmu nepieciešams pieņemt optimālo meža renti (optimālo tīro ienākumu profilu). Pieņemtā optimālā meža rente tiek piemērota pirmajam plānošanas periodam. Nākamajam plānošanas periodam nepieciešams veikt tīrās tagadnes vērtības un meža rentes pārrēķināšanu, izveidot rezerves fonda uzkrājumus un veikt nākamā perioda tīrās tagadnes vērtības koriģēšanu.

$$Rf_n = (Rf_{n-1} + P_n) - Mr * 10 \qquad (9)$$

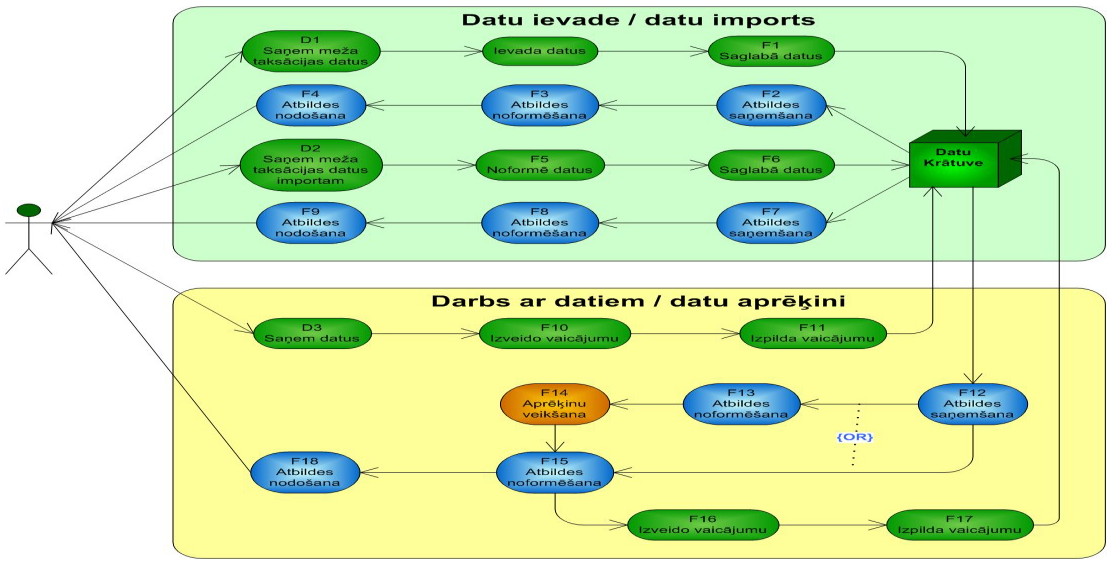
*Kur:*
*$Rf_n$ – n perioda rezerves fonds, Ls;*
*$Rf_{n-1}$ – iepriekšējā perioda rezerves fonds, Ls;*
*$P_n$– Sagaidāmie tīrie ienākumi periodā n, Ls*
*Mr – pieņemtā ikgadējā meža rente (ikgadējie ciršanas apjomi),*

## 2.3.Datu apstrādes programmā izmantoto algoritmu vizualizācija

Meža kapiltālvērtības novērtēšana un saimniecisko rīkojumu, par meža ciršanas, atjaunošanas un kopšanas darbībām līdz šim tika rēķināta un analizēta izmantojot MS Excel veidotajās elektroniskajās tabulas, kur šī uzdevuma realizācijai bija izveidotas apmēram 20 Excel datnes. Lietotājam nav ērti pārskatīt un mainīt datus šādā struktūrā, kā arī aprēķinu rezultāti tika atrasti balstoties uz pieņēmumiem, vispārinājumiem. Tā rezultātā radās nepieciešamība pēc programmatūras produkta, kurš spētu palīdzēt efektīvāk tikt galā ar apmēram 2 miljonu meža teritoriju pamatvienību novērtēšanu un saimniecisko darbību plānošanu.

Šim projektam tika izvēlēta Postgresql datubāze, kura tika atzīta kā labākā no bezmaksas (BSD licence), turklāt atvērtā koda datubāzu risinājumiem. Turklāt kā vienu no priekšrocībām (ar skatu uz nākotni) šī datubāze piedāvā arī GIS funkcijas, ko ir paredzēts izmantot programmproduktas tālākai attīstībai. Izmantojot GIS pieeju saimnieciskos rīkojumus varēs plānot izmantojot teritoriju kopumu, kurām būs līdzīgas taksācijas rādītāju pazīmes. Tas ļaus uz priekšu paredzēt infrastruktūras attīstības izdevumus, kur paredzētas apjomīgas ciršanas darbības, kā arī daudzus citus ar mežu novērtēšanu saistītus jautājumus.

### Datu plūsmas diagramma




2.attēls:Datu plūsmas diagramma

D1 – Meža taksācijas rādītāju dati no taksatora taksācijas kartēm vai datubāzes.

D2 – Meža taksācijas rādītāju dati no PBAZE.DBF datnes struktūras
D3 – Atkarībā no vēlamās informācijas lietotājs var pieprasīt dažādus aprēķinu rezultātus: sortimenta struktūru, taksācijas aprakstu, saimniecisko rīkojumu periodu plānu, sortimentu periodu plānu vai, piemēram, detalizēto periodu plānu.
F2, F3, F4 un F7, F8, F9 – atbilde vai dati ir veiksmīgi saglabāti.

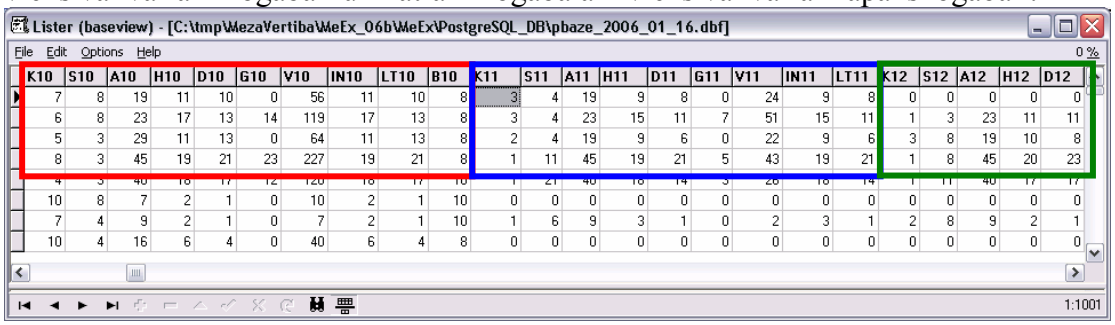
F12 – Atkarībā no tā vai šie dati jau iepriekš ir bijuši pieprasīti, tātad aprēķināti, vai pirmo reizi pieprasīti, tad notiek datu sagatavošana F13 aprēķiniem un aprēķinu veikšana F14 vai jau iepriekš aprēķinātu datu noformēšana F15. Pēc aprēķinu veikšanas dati tiek noformēti F15 un saglabāti F16, F17 datubāzē.

F14 – apjomīgs funkciju kopums, kā, piemēram, virtuālās dastlapas aprēķins no meža vidējiem rādītājiem pēc prof. R.Ozoliņa algoritmu bibliotēkas, sortimenta struktūras sadalījuma izveidošana, meža taksācijas rādītāju aktualizācija izmantojot aktualizācijas algoritmus, periodu plānu sastādīšana – apjomīgs analītisks darbs ar datubāzes datiem.

Šī datu plūsmas shēma ar aprēķināto datu saglabāšanu datubāzē ļauj ievērojami ietaupīt laiku.

## Entītiju relāciju diagramma

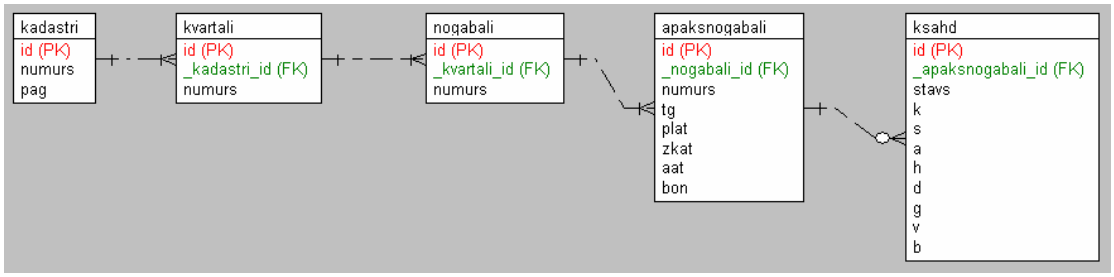
A/s „Latvijas Valsts meži" datu apmaiņai izmanto datubāzes tabulas struktūru, kura neatbilst 3. normālformai (sk. 3.att.). Šīs tabulas viens ieraksts atbilst vienai teritoriālai pamatvienībai – apakšnogabalam, kurā pēc šīs struktūras ir iespējams maksimāli saglabāt 8 koku sugas, jo uz to norāda tabulas lauki: S10..., S11..., S12..., S13..., S14..., S22..., S23..., S24... Kā arī tiek dublēta informācija par teritoriālo sadalījumu, kurā vienam kadastram ir viens vai vairāki kvartāli, vienam kvartālam ir viens vai vairāki nogabali un katram nogabalam viens vai vairāki apakšnogabali.




| K10 | S10 | A10 | H10 | D10 | G10 | V10 | IN10 | LT10 | B10 | K11 | S11 | A11 | H11 | D11 | G11 | V11 | IN11 | LT11 | K12 | S12 | A12 | H12 | D12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 8 | 19 | 11 | 10 | 0 | 56 | 11 | 10 | 8 | 3 | 4 | 19 | 9 | 8 | 0 | 24 | 9 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 8 | 23 | 17 | 13 | 14 | 119 | 17 | 13 | 8 | 3 | 4 | 23 | 15 | 11 | 7 | 51 | 15 | 11 | 1 | 3 | 23 | 11 | 11 |
| 5 | 3 | 29 | 11 | 13 | 0 | 64 | 11 | 13 | 8 | 2 | 4 | 19 | 9 | 6 | 0 | 22 | 9 | 6 | 3 | 8 | 19 | 10 | 8 |
| 8 | 3 | 45 | 19 | 21 | 23 | 227 | 19 | 21 | 8 | 1 | 11 | 45 | 19 | 21 | 5 | 43 | 19 | 21 | 1 | 8 | 45 | 20 | 23 |
| 4 | 3 | 40 | 18 | 17 | 12 | 120 | 18 | 17 | 10 | 1 | 21 | 40 | 18 | 14 | 3 | 26 | 18 | 14 | 1 | 11 | 40 | 17 | 17 |
| 10 | 8 | 7 | 2 | 1 | 0 | 10 | 2 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | 9 | 2 | 1 | 0 | 7 | 2 | 1 | 10 | 1 | 6 | 9 | 3 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 2 | 8 | 9 | 2 | 1 |
| 10 | 4 | 16 | 6 | 4 | 0 | 40 | 6 | 4 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

3.att. 'pbaze.dbf' tabulas struktūra

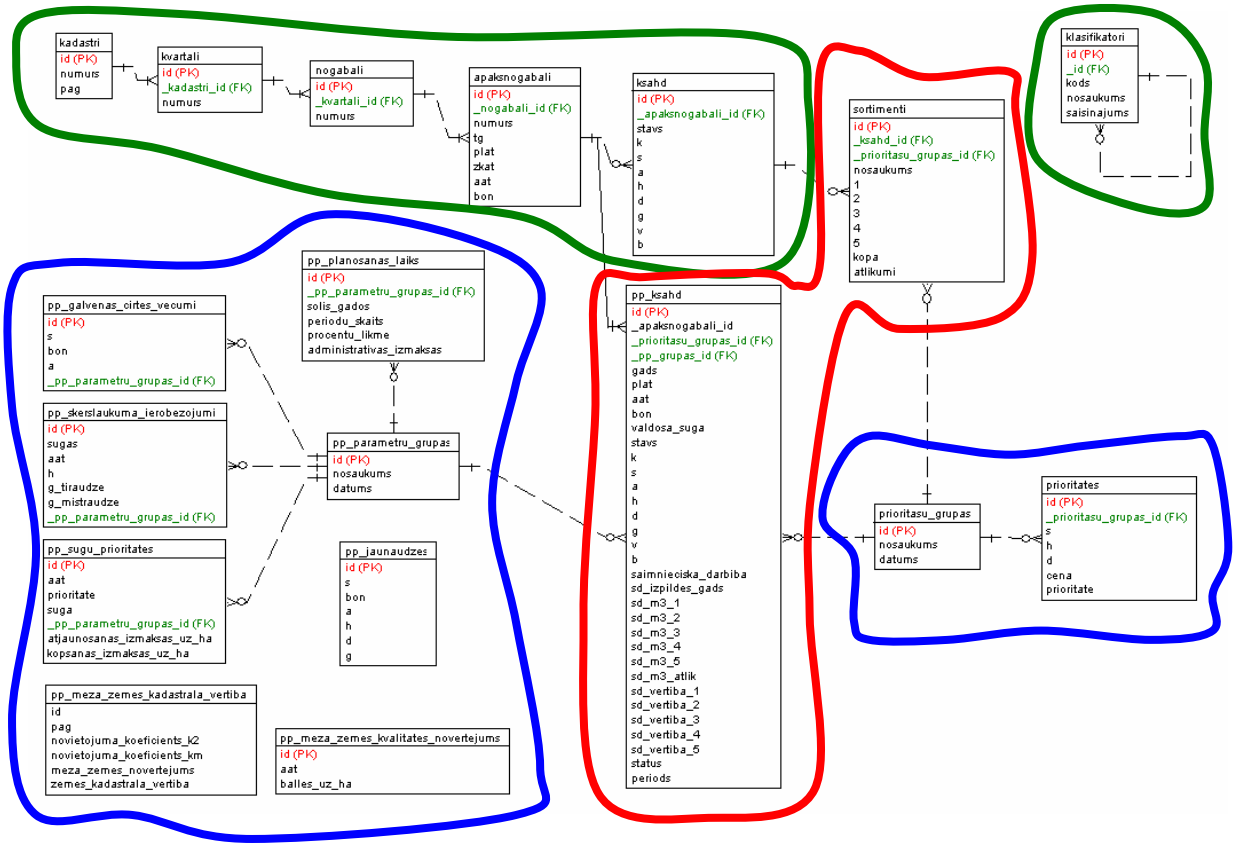
Šī tabulas struktūra (skat. 4.att) tika sadalīta ievērojot normālformu definīcijas.




4.att. ER shēma pēc struktūras normalizēšanas

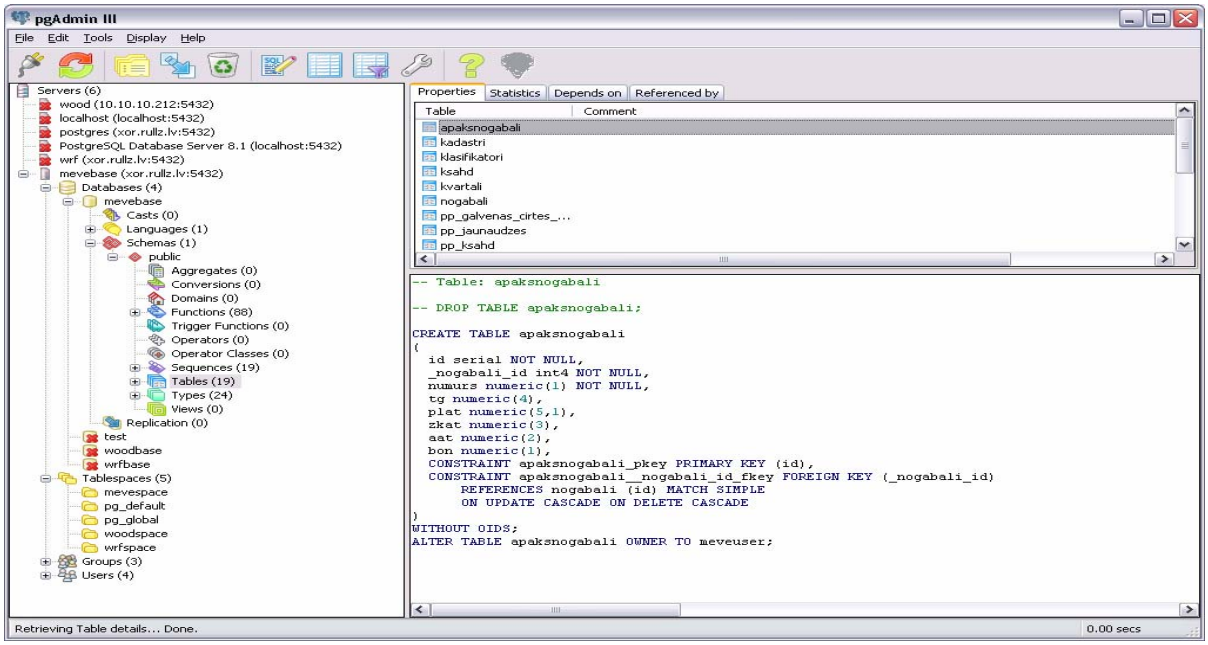
`ksahd` tabula (skat. 4.att.) satur meža taksācijas rādītāju sugu parametrus, kur netiek katra apakšnogabalā esošā suga pievienota ar jaunu lauku masīvu, bet tā vietā tabulai nāk klāt jauni ieraksti.

# Lietojumprogrammas prototipa „Meža eksperts" ER diagramma



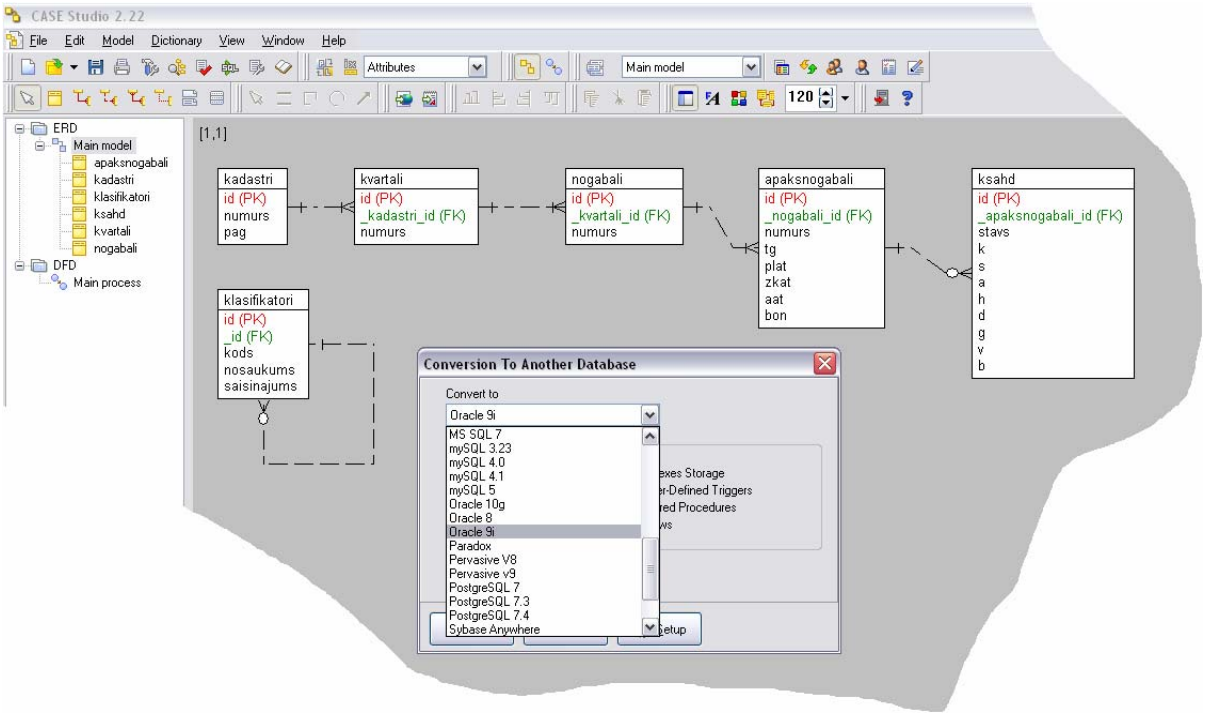

| | |
|---|---|
| | Datubāzes pamatdati – meža teritoriālais sadalījums un taksācijas rādītāji |
| | Aprēķinos un periodu plānos izmantojamie palīgdati |
| | Aprēķinu rezultātu tabulas |

5.attēls: Programmas prototipa diagramma




6.attēls: „pgAdmin III

**„pgAdmin III”** ir **postgresql** datubāzes administrēšanas rīks, ar kura palīdzību var ērti veidot datubāzes, administrēt tās un veikt nepieciešamos labojumus, kā arī rakstīt SQL vaicājumus.




7.attēls: Case Studio pielietojums programmas arhitektūrā.

**„CASE Studio”** ir efektīvs rīks, kurš ļauj dinamiski izveidot datubāzu tabulu ER digrammas praktiski gandrīz vai no jebkuras datubāzes, kā arī konvertēt datubāzes struktūru uz kādu citu datubāzi.

Šī lietojumprogramma „Meža eksperts” (trupmāk tekstā – *MeEx*) piedāvā manuālo datu ievadi, kā arī *pbaze.dbf* datnes datu importu. *MeEx* (skat. 3. att.) aprēķiniem datus saņem no *Postgresql* datubāzes. *MeEx* kreisajā pusē ir redzams mežu teritoriālais sadalījums un meža zemes īpašības, bet vidusdaļā – taksācijas apraksts, kuram apakšā aprēķinātā sortimentu struktūra.

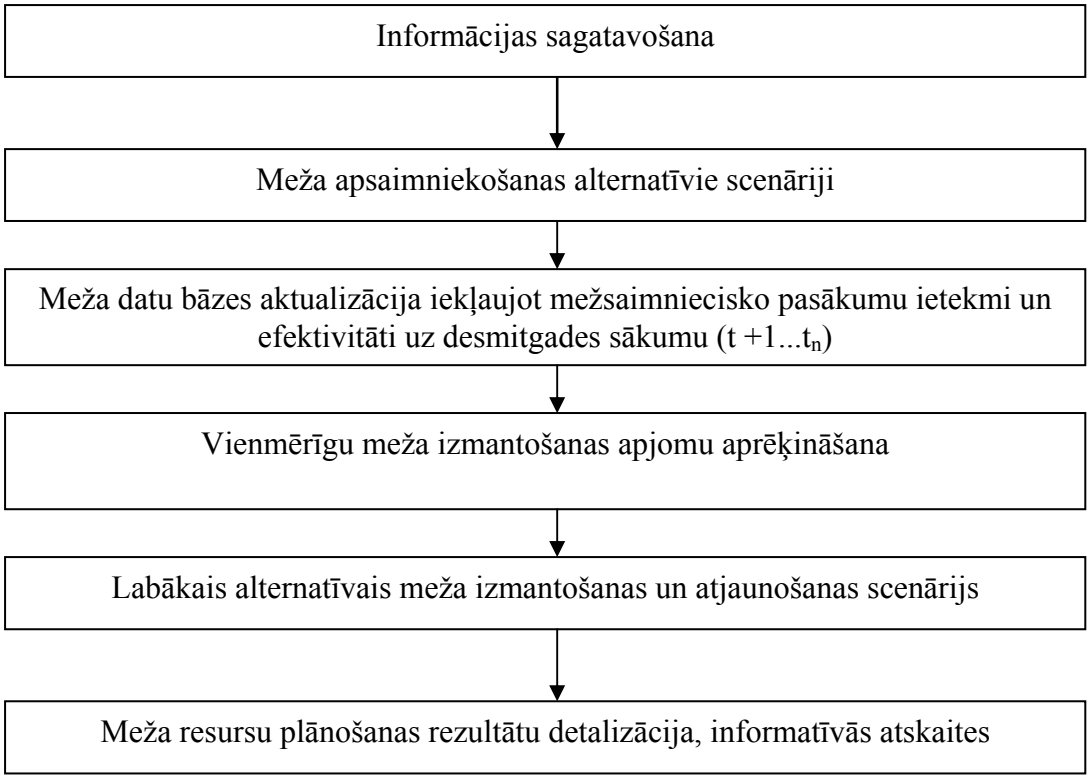
## Datubāzes optimizācija un izpildes plānu analīze

Mūsdienu datoriem un serveriem procesoru jauda aug ne mazāk strauji kā apstrādājamo datu apjoms. Pateicoties tieši šīm serveru jaudām un klasteru risinājumiem ir iespējams veikt daudz ātrākus un precīzākus aprēķinus. Ne vienmēr datubāzes lēnās darbības iemesli meklējami „dzelžos”, bet daudz biežāk problēma meklējama neoptimāli uzrakstītā programmas kodā vai SQL vaicājumos un datubāzu tabulu indeksos. Šī iemesla dēļ bija nepieciešams pārbaudīt galvenās optimizācijas iespējas izveidotajā datubāzē.

Pirmkārt, tika pārbaudīta indeksu efektivitāte. Šim nolūkam tika izmantota esošā datubāze, kas, mūsuprāt, atbilst optimālam tabulu indeksēšanas risinājumam un no tās tika izveidotas jaunas tabulas bez indeksiem ar sekojošiem SQL vaicājumiem.

```
SELECT *
INTO test_kadastri
FROM kadastri;

SELECT *
INTO test_kvartali
FROM kvartali;

SELECT *
INTO test_nogabali
FROM nogabali;

SELECT *
INTO test_apaksnogabali
FROM apakšnogabali;

SELECT *
INTO test_ksahd
FROM ksahd;
```

Pēc šo SQL vaicājumu izpildes tika izveidotas identiskas tabulas ar prefiksu „`test_`”, kurās ir tie paši dati, kas oriģinālajās tabulās, bet tikai šīm tabulām nav indeksu! Vispārējā datu apstrādes shēma parādīta sekojošajā attēlā:

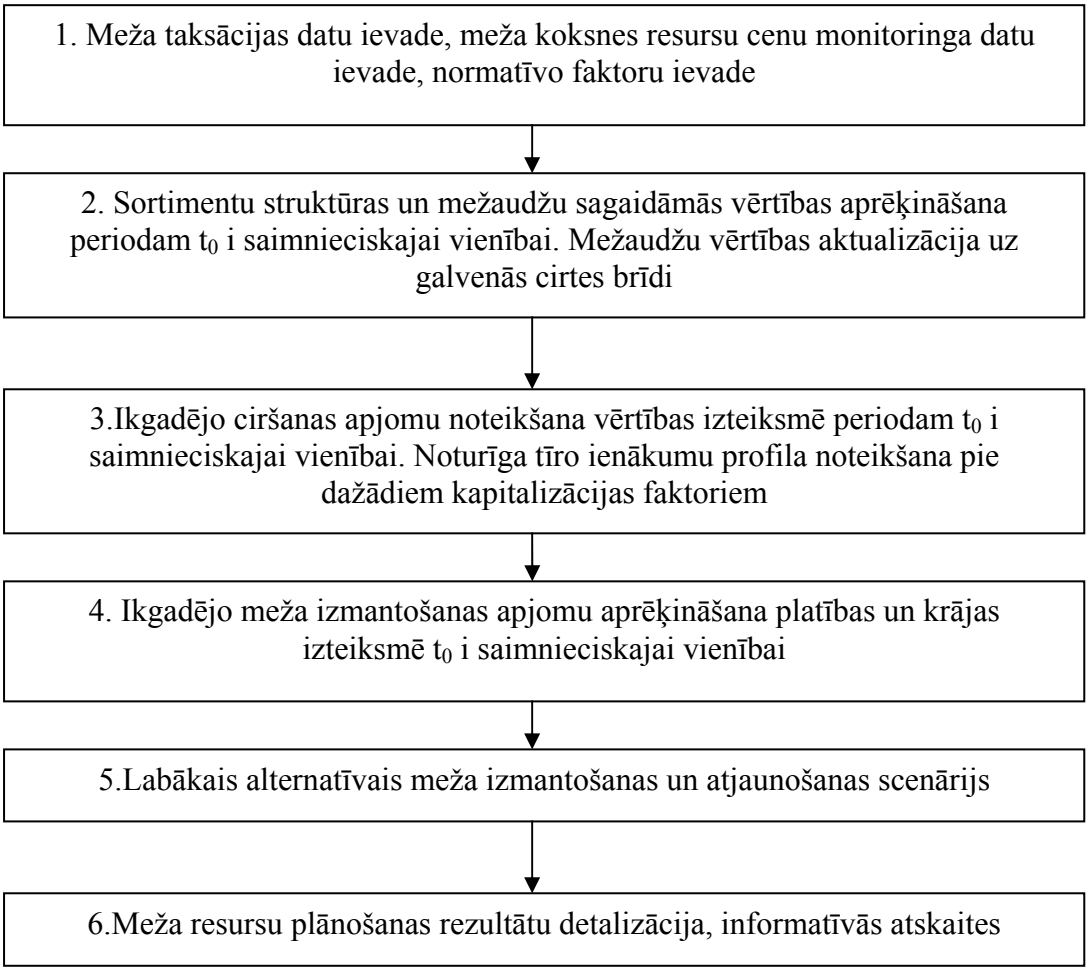



8.attēls: Nenoplicinošas meža izmantošanas apjomu aprēķināšanas algoritms

Algoritma uzdevums ir noteikt meža apsaimniekošanas plānošanas optimālo scenāriju, kurš nodrošina pastāvīgu, vienmērīgu tīro ienākumu profilu. Algoritms sevī iekļauj sekojošus etapus:

1. Meža reģistra un citu datu bāžu strukturēšana un informācijas sagatavošana. Meža īpašuma sadalīšana saimnieciskajās vienībās;
2. Meža apsaimniekošanas alternatīvo scenāriju izstrāde;
3. Vienmērīgu ikgadējo ciršanas apjomu noteikšana (pēc platības un krājas);
4. Vienmērīgu ikgadējo ciršanas apjomu noteikšana (pēc vērtības un mežaudžu atražošanas efektivitātes paaugstināšanas);
5. Efektīvākā alternatīvā scenārija izvēle (scenārijam jānodrošina meža kapitālvērtības paaugstināšana).

Iepriekš aprakstītās meža apsaimniekošanas plānošanas sistēmas ievērošana nodrošinās kvalitatīvi augstvērtīgāku meža apsaimniekošanas plānošanu, kura sevī ietvers meža resursu izmantošanas plānošanu gan kvantitatīvā, gan finansiālā izteiksmē. Algoritma uzbūve atspoguļota 5.attēlā:




9.attēls: Programmas vispārējās uzbūves shēma.

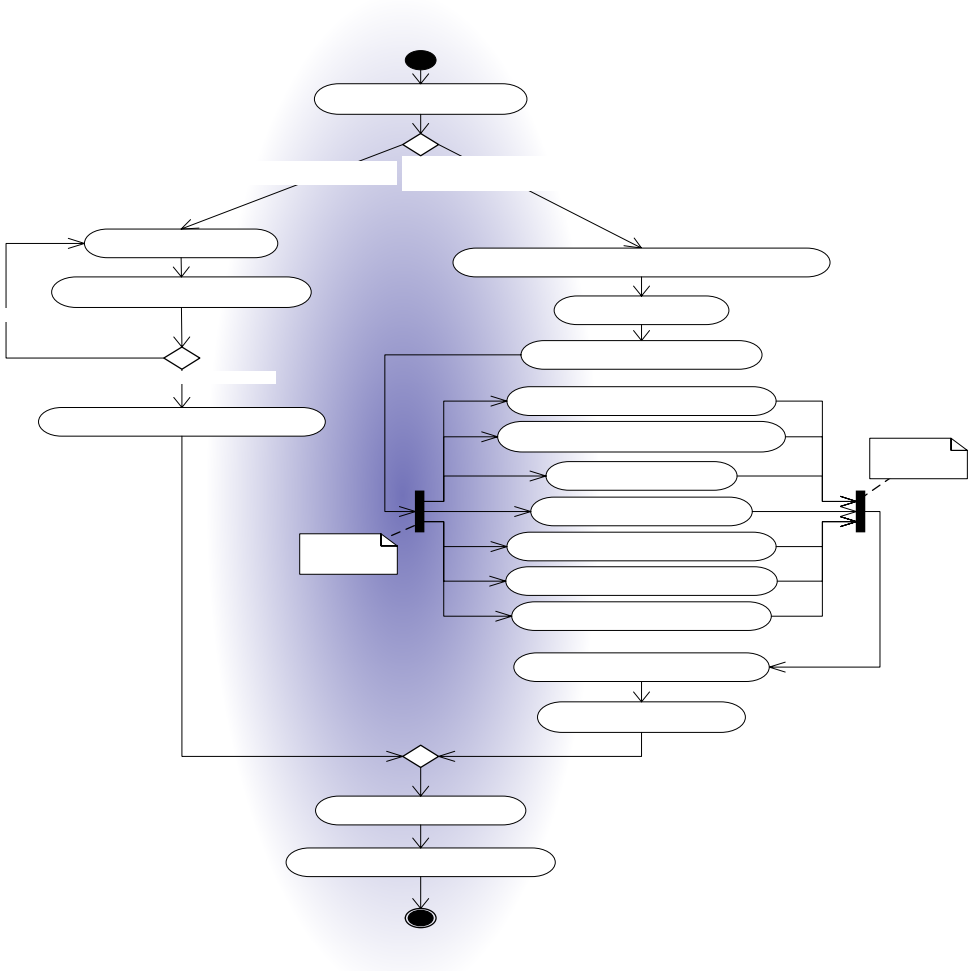
**1. Meža taksācijas datu ievade, meža koksnes resursu cenu monitoringa datu ievade, normatīvo faktoru ievade**

**1.1. Meža taksācijas datu ievade:**

Programma izmanto 2 datu ievades laukus:

- Lauku darbu datu manuāla ievade (taksatora darbs)
- Valsts meža reģistra vai „P bāzes”datu bāzes izmantošana

Datu apstrādei tiek izmantota Meža valsts reģistra kodu sistēma. Taksācijas datu struktūra parādīta 6.attēlā



10.attēls: Taksācijas datu ievākšanas sistēma.

## 3. Uzlabotā modeļa lietošanas tehniskais apraksts.

Meža apsaimniekošanas plānošanas datorprogrammas prototips sniedz iespēju veikt meža apsaimniekošanas plānošanu un meža īpašuma vērtēšanu izmantojot klasiskās meža taksācijas metodes un Valsts meža reģistra informāciju atbilstoši tajā glabāto datu struktūrai.

Dati no meža valsts reģistra vai a/s Latvijas valsts meži datu bāzes tiek ielasīti izmantojot programmas logu „Datne”:

11.attēls: Datnes struktūra

Programmas logā „Atskaites” pieejamas programmas aprēķināto rezultātu atskaites. Sagatavotas sekojošas atskaišu formas:

Veic taks

Meža nogabal taksā

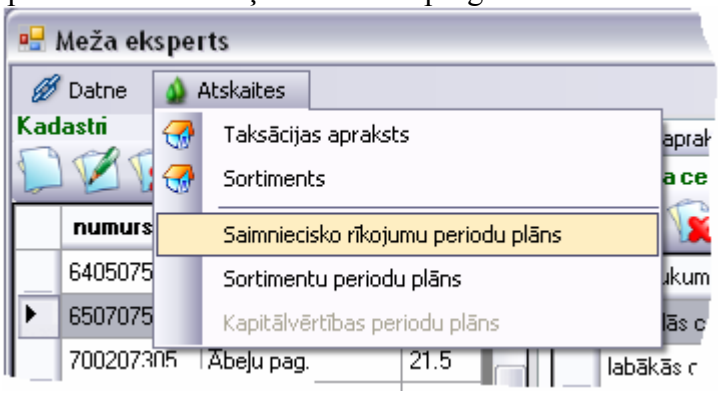
s rādītāji nav korekti]

[taksācij

Apstiprina aktua

## 3.1. Datorprogrammas prototipa daļas:

- Taksācijas apraksts – satur informāciju par katra nogabala taksācijas rādītājiem. Taksācijas aprakstā tiek izmantota informācija no datu bāzes "Meža valsts reģistrs"vai LVM datubāze. Datus iespējams ievadīt manuāli. Taksācijas rādītāji tiek aprēķināti izmantojot standartformulas;
- Sortiments – atlasīto nogabalu sortimentu iznākuma un vērtības aprēķins. Datu apstrādē tiek izmantoti prof. R.Ozoliņa audzes struktūras un apaļkoku sortimentu tilpuma aprēķināšanas algoritmi;
- Saimniecisko rīkojumu periodu plāns – satur atlasīto īpašumu saimniecisko pasākumu kopsavilkumu sarakstu;
- Sortimentu periodu plāns – satur atlasīto īpašumu nogabalu sortimentu iznākumu un vērtības pa sortimentu veidiem atbilstoši meža apsaimniekošanas plānošanas posmiem;
- Kapitālvērtības periodu plāns – satur informāciju par meža kapitālvērtību, ienākumu un izmaksu struktūru, optimālo tīro ienākumu profilu (meža renti), meža kapitālvērtības izmaiņu dinamikas prognozēm.




12.attēls: Atskaišu formas

## 3.2. Apaļkoku sortimentu iznākuma prognozes, mežaudzes transakciju vērtība

Lietojot datu apstrādes programmu iespējams pārlūkot taksācijas datus pēc pieprasījuma (īpašums, kvartāls, nogabals), aplūkot apaļkoku sortimentu iznākuma struktūru un mežaudzes celma naudas vērtību.

Informācija par augošā mežā iegūstamajiem apaļkoku sortimentiem un to cenu ir nepieciešama ne tikai mežaudzes sagaidāmās un celma naudas vērtības noteikšanai, bet arī risinot dažādus meža apsaimniekošanas jautājumus. Pēc tās vadās atlasot nogabalus, kuros paredzēts veikt saimniecisko darbību, tiek paredzēts prognozēt sortimentu iznākuma prognozes.

Sastādot programmu vēlējāmies saglabāt iespēju mainīt nosacījumus un funkcijas, ar kuru, vadoties pēc koka krūšaugstuma caurmēra un paraugkoku stumbra analīzes datiem, tiek noteikti apaļkoku sortimenti un aprēķināta to cena. Tāpēc programmā nav iekļauti nekādi vispārināti sortimentu apjoma mērīšanas vai vērtēšanas nosacījumi. Katras caurmēra pakāpes un katras kvalitātes klases koki tiek dalīti izmantojot sortimentu mainīgos nosacījumus un stumbra veiduli. Atšķirībā no

mežsaimniecībā parasti lietotās aptuvenās stumbra daļas tilpuma mērīšanas izmantojot dažādas formulas, šajā programmā tiek izmantots stumbra veidules vienādojums, kurus prof. R.Ozoliņš ir sastādījis izmantojot analītisku integrēšānas algoritmu. Šāda precizitāte ļauj izmantot programmu ne tikai mežsaimniecībā, bet arī zinātniskos pētījumos, kad ir nepieciešama materiāla un finansiāla meža novērtēšana. Lietotājs pats ievada programmā sortimentu cenas un nosacījumu izmaiņas.

Prof.Ozoliņa algoritmi izmantoti arī virtuālās dastlapas konstruēšanai, kuras metodika ir izklāstīta iepriekšējos a/s Latvijas valsts meži projektos.

**Ievadāmie dati:**

Augoša koka krūšaugstuma caurmērs

Aprēķina pamatā ir atsevišķa koka krūšaugstuma caurmēra mērījums. Iespējams ir izmantot gan parauglaukumos, gan visā platībā uzmērītu koku datus. Bez tam izlīdzinātās augstumlīknes konstruēšanai tiek izmantoti paraugkoku caurmēra un augstuma mērījumi, kā arī ziņas par stumbra kvalitāti.

Lai noteiktu sortimentu un augoša meža cenu, bez uzmērīšanas datiem ir nepieciešams zināt arī sortimentu apjomu un cenas, kā arī meža darbu izmaksas. Mežaudzes novērtēšanai nepieciešams ievākt sekojošus datus:

1. Sortimentu (resno, vidējo, tievo (atsevišķi A un B kvalitātes) papīrmalkas, malkas) tievgaļa caurmērs bez mizas
1. Sortimentu (resno, vidējo, tievo (atsevišķi A un B kvalitātes) ,papīrmalkas, malkas) minimālos un maksimālos nogriežņu garumus ar iespējamu mainīgu soli.
2. Sortimentu cenas pagaidu noliktavā;
3. Meža darbu izmaksas;

Tiek pieņemts, ka tievo apaļkoku garums ir 3.1 metri, malkas un papīrmalkas garums ir 3,0 m. Meža darbu izmaksas izdevumus var ievadīt gan kā konstanti uz ciešmetru, gan iespējams izmantot aprēķināšanas formulas. Apaļkoku sagatavošanas izmaksas tiek aprēķinātas izmantojot sekojošu formulu:

$$KR = a_1 + \frac{a_2}{v} + \frac{a_3}{M} \quad (10)$$

*Kur:*

*KR – apaļkoku sagatavošanas izmaksas, LVL/m$^3$*

*$a_1$, $a_2$, $a_3$ – apaļkoku sagatavošanas izmaksas dažādos posteņos, LVL;*

*v – cērtamo koku vidējais stumbra tilpums,m$^3$;*

*M - izcērtamais daudzums m$^3$ / ha.*

Izvešanas izdevumus var aprēķināt lietojot sekojošu formulu:

$$KK = a_1 + a_2 \cdot KVK \quad ,(11)$$

kurā

KK – izdevumi izvešanai kronas / ciešmetrs;

$a_1$, $a_2$ – parametri, kuru vērtību lietotājs var mainīt;

KVK – izvešanas attālums metros;

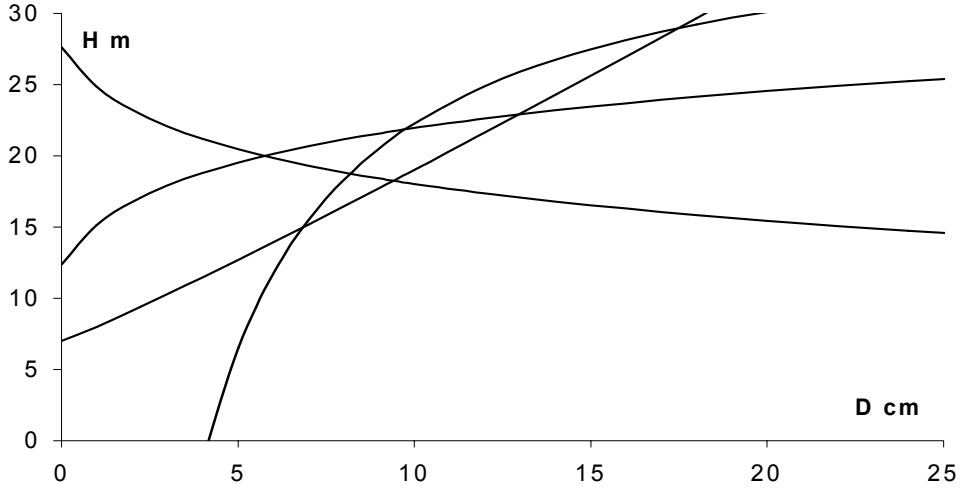
Izvešanas attālums ir vidējais ceļa garums no cirsmas līdz noliktavai.

**Atsevišķa koka augstuma aprēķināšana**

Katras koku caurmēra klases augstums tiek aprēķināts izmantojot izlīdzinošās augstuma līknes funkciju. Augstuma līknes koordinātes tiek aprēķinātas pēc mazāko kvadrātu metodes izmantojot caurmēru un augstumu. Līknei ir jāatbilst sekojošiem parametriem:

1) jāsākas punktā (0: 1.3), t.i. ja caurmērs ir 0, augstums ir 1,3 m;
2) jābūt izliektai;
3) jābūt ar pozitīvām robežvērtībām, ja koku caurmēri sniedzas līdz bezgalībai.

Augstuma līknes nosacījumi ir nepieciešami, lai izvairītos no 2. zīmējumā attēlotajiem gadījumiem.

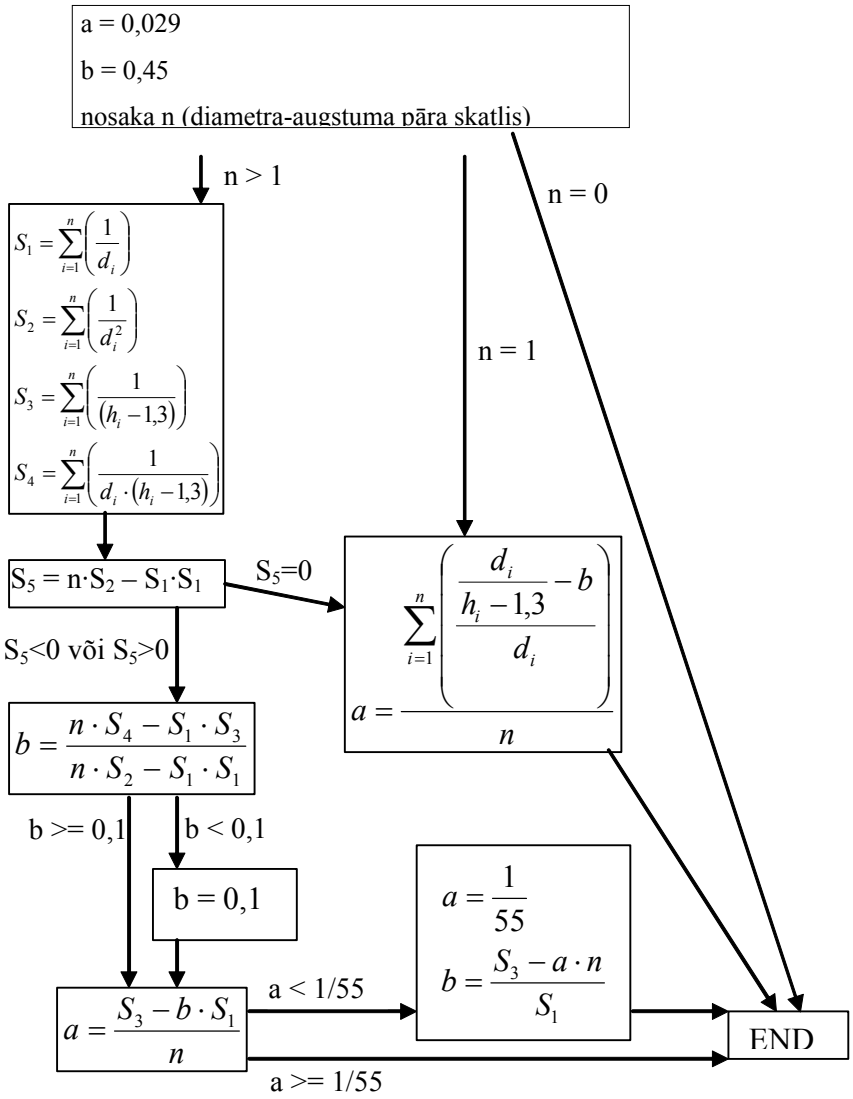



13. attēls. Dažādas nevēlama apveida augstuma līknes.

Programmā ir izmantots sekojošs augstuma līknes apveids:

$$h = 1{,}3 + \frac{d}{a + b \cdot d}. \quad (12)$$

Augstuma līknes parametru a un b aprēķināšanas shēma ir attēlota 14. attēlā:




14.attēls. Augstuma līknes parametru a un b aprēķināšanas shēma

**Apaļkoku sortimentu iznākuma aprēķināšana**

Lai aprēķinātu sortimentus, ir vajadzīgs koka caurmērs, augstums, kvalitātes klase un, atkarībā no kvalitātes klases, stumbra posma izmēri.

Programmā izmantotā stumbra veidule.

Sortimentu aprēķināšanai tiek lietota Ozoliņa stumbra veidules vienādojums (Нормативы для таксаций леса Латвийской ССР 1988; Ozolinš, R. 2002). Ozoliņa stumbra veidules vienādojums, kurš tiek izmantot programmā ir sekojošs:

$$d_l = d \cdot \frac{\left(1+\left(\left(\frac{l}{h}\right)^2 - 0{,}01\right)\cdot\left(p\cdot(h-h0)+q\cdot(d-d0)\right)\right)\cdot\left(a_0+\left(a_1+\left(a_2+\left(a_3+\left(a_4+\left(a_5+a_6\cdot\frac{l}{h}\right)\cdot\frac{l}{h}\right)\cdot\frac{l}{h}\right)\cdot\frac{l}{h}\right)\cdot\frac{l}{h}\right)\cdot\frac{l}{h}\right)}{\left(1+\left(\left(\frac{1{,}3}{h}\right)^2 - 0{,}01\right)\cdot\left(p\cdot(h-h0)+q\cdot(d-d0)\right)\right)\cdot\left(a_0+\left(a_1+\left(a_2+\left(a_3+\left(a_4+\left(a_5+a_6\cdot\frac{1{,}3}{h}\right)\cdot\frac{1{,}3}{h}\right)\cdot\frac{1{,}3}{h}\right)\cdot\frac{1{,}3}{h}\right)\cdot\frac{1{,}3}{h}\right)\cdot\frac{1{,}3}{h}\right)},$$

(13)

*kur:*
*d1 – stumbra diametrs augstumā 1 (cm);*
*d – koka diametrs krūšu augstumā;*
*l - vēlamais stumbra augstums (augstums, kurā vēlamies diametru uzzināt);*
*h – stumbra (koka) augstums m;*
*$a_0$, $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$, $a_5$, $a_6$, h0, d0, p, q - formulas parametri (doti 1. tabulā)*

2.tabula. Ozoliņa tabulas sestās kārtas polinoma vienādojuma koeficienti (Нормативы для таксаций леса Латвийской ССР 1988; Ozolinš, R. 2002).

| pl | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_6$ | h0 | d0 | P | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | 118.981 | -277.578 | 1140.525 | -3037.487 | 4419.682 | -3361.78 | 997.657 | 26 | 30 | 0.007 | -0.007 |
| E | 113.939 | -203.061 | 827.209 | -2161.251 | 2732.076 | -1699.667 | 390.755 | 33 | 36 | 0.0087 | -0.0097 |
| B | 120.567 | -312.074 | 1388.288 | -3725.819 | 5197.005 | -3788.858 | 1120.891 | 20 | 28 | 0.021 | 0 |
| Ma | 120.224 | -310.985 | 1450.125 | -4238.703 | 6644.011 | -5408.312 | 1743.64 | 14 | 12 | 0.0264 | -0.0017 |
| A | 110.428 | -143.288 | 530.481 | -1643.304 | 2606.605 | -2212.94 | 752.018 | 18 | 20 | 0.0074 | 0.0002 |
| Ba | 118.56 | -263.482 | 988.135 | -2376.874 | 3045.214 | -2137.684 | 626.131 | 16 | 16 | 0.0168 | -0.0103 |
| Os | 120.958 | -354.769 | 2022.206 | -6736.346 | 11231.25 | -9254.632 | 2971.333 | 14 | 20 | 0.0263 | 0.0005 |
| Oz | 117.999 | -282.941 | 1411.064 | -4542.395 | 7964.66 | -7175.007 | 2506.62 | 21 | 20 | -0.002 | 0 |
| L | 110.428 | -143.287 | 530.477 | -1643.287 | 2606.569 | -2212.906 | 752.006 | 16 | 12 | 0.0061 | 0 |

Ja aprēķina koeficienta integrāli, tālāk tiek aprēķināts koka stumbra tilpums izmantojot Ozoliņa stumbra veidules vienādojumu. Tā kā pirmā rinda (stumbra sākums) ir 0, integrāļa aprēķināšana ir salīdzinoši vienkārša:

$$v = \frac{\pi}{40000} \cdot \int_0^h (d_l)^2 \, dl \quad (14)$$

*kur*
*v - stumbra tilpums, $m^3$;*
*h - koka augstums, dm;*
*$d_l$ - koka caurmērs augstumā 1 (stumbra veidules vienādojums).*

Tāpat tiek aprēķināts arī noteiktas stumbra daļas tilpums izmantojot sekojošu formulu:

$$v = \frac{\pi}{40000} \cdot \int_{sak}^{beig} (d_l)^2 \, dl \quad (15)$$

*kurā*
*v – stumbra tilpums, $m^3$;*
*sak- sākums – stumbra daļas (sortimenta) sākuma attālums no sakņu kakla dm;*
*beig – beigas – stumbra daļas (sortimenta) beigu attālums no sakņu kakla dm;*

*$d_l$ – koka caurmērs augstumā 1 (stumbra sastāva formula),cm.*

**Apaļkoku sortimentu iznākuma aprēķins:**

Katram audzes elementam apaļkoku sortimentu apjoms tiek aprēķināts atsevišķi. Pirms sortimentu iznākuma aprēķināšanas tiek aprēķināti katra audzes elementa augstuma līknes parametri izmantojot krūšu augstuma caurmēra un augstuma datus (skat. nodaļa 2.1, 3. zīmējums).

Vadoties pēc augstuma līknes tiek aprēķināts koka augstums pa caurmēra pakāpēm. Apaļkoku sortimentu iznākuma aprēķini tiek balstīti uz programmas lietotāja brīvi maināmiem sortimentu minimālajiem, maksimālajiem garumiem, kā arī izmantojot noteiktu soli. Papīrmalkas un malkas gadījumā garums ir 3,0 m. Sortimenta apjoma noteikšana sākas no celma, nevis sakņu kakla. Līdz ar to koka sortimenta mērīšana sākas celma augstumā, kas ir 1/3 no caurmēra krūšu augstuma, taču nav mazāks par 10 cm. Celma tilpums tiek pieskaitīts atkritumiem.

### 3.2.1.Apaļkoku sortimentu apjoma aprēķināšanas etapi:

1) vadoties pēc katra sortimenta garuma tiek aprēķināts stumbra daļas tievgaļa caurmērs izmantojot Ozoliņa metodi;
2) iegūto caurmēru salīdzina ar lietotāja prioritāro sortimentu caurmēriem un nosaka līdz ar to attiecīgās stumbra daļas apaļkoku sortimentu (resnais, vidējais, tievais zāģbaļķis (ietverot kvalitāti), papīrmalka vai malka).
3) aprēķina sortimenta tilpumu. No zāģbaļķa tilpuma tiek atskaitīts resgaļa pēdējo 10 cm (virsmēra) tilpums.

Trīs etapus iziet atkarībā no sortimentu garuma līdz stumbra galotnei. Programma stumbru sagriež virtuālās, nosacītās 10 cm ripās. No stumbra iegūto gabalu tilpumus pievieno atbilstošā sortimentu apjomam. Pēc tam, kad koku krūšu augstuma caurmēra pakāpes viena koka sortimentu apjomi ir aprēķināti, iegūtos rezultātus sareizina ar attiecīgajā caurmēra pakāpē esošo koku skaitu.

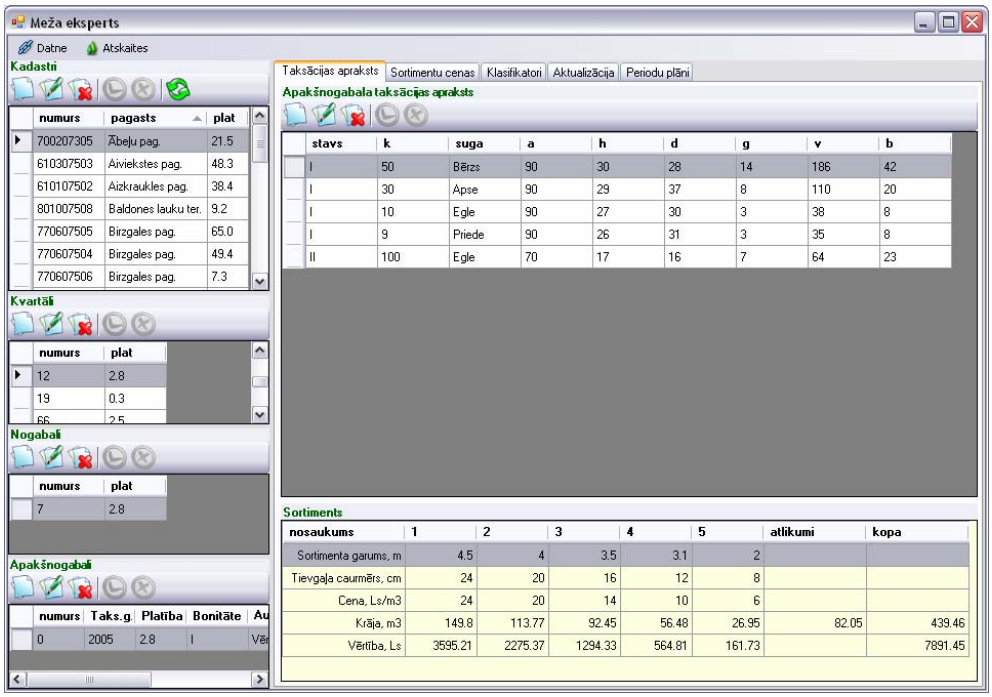
Tāpat rīkojas ar katru caurmēra pakāpi – vispirms atrod caurmēra pakāpes augstumu un pēc tam sadala pa sortimentiem (sagarumo) vienu koku. Iegūtos rezultātus sareizina ar koku skaitu attiecīgajā caurmēra klasē. Saskaitot visu caurmēra klašu sortimentus, iegūst attiecīgās meža daļas sortimentu apjoma prognozi.

Sortimenta apjoma aprēķināšana ir salīdzinoši vienkāršāka, ja koki ir veseli vai arī visā garumā bojāti (piem. malka). Ja koki bojāti, arī sortimentu apjoma aprēķināšanā ir nepieciešams ņemt vērā attiecīgo stumbra daļu kvalitāti.

### 3.2.2. Modelī ievērotie sortimentu apjoma aprēķināšanas vispārējie nosacījumi

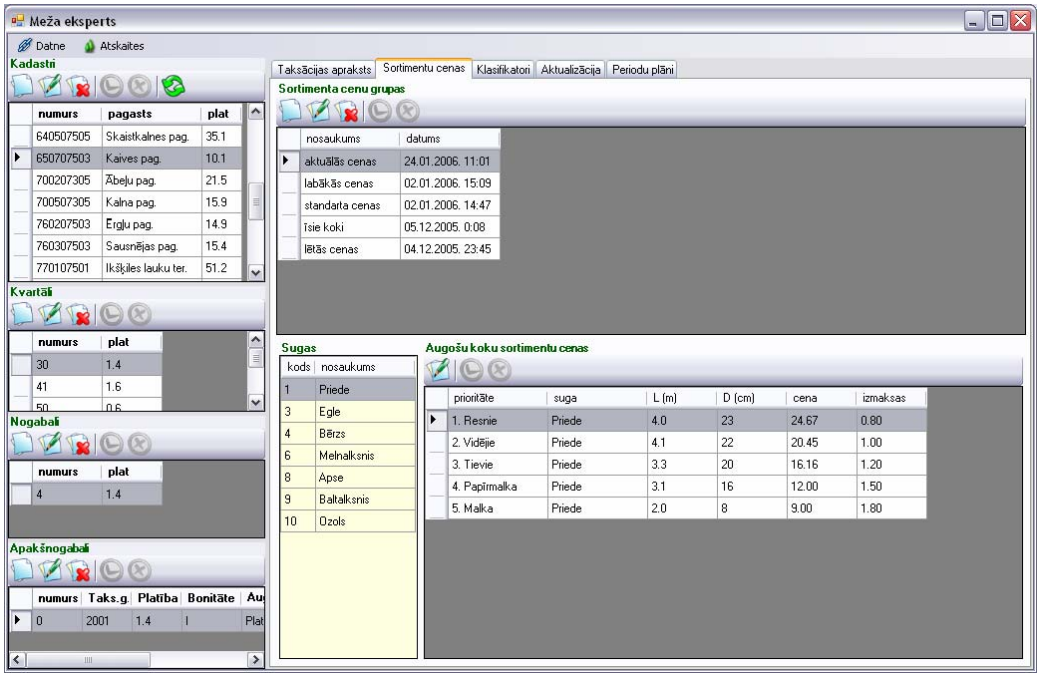
1) Celma tilpums tiek pieskaitīts pie atlikumiem;
2) 1 cm no katras sagarumošanas vietas aiziet pie atlikumiem;
3) Miza tiek pieskaitīta pie atlikumiem;
4) Baļķa virsmēra daļa (10 cm no resgaļa) aiziet atlikumos (jo uzmērot apaļkokus, caurmēru mēra baļķa tievgalī, nevis 10 cm no tievgaļa);

5) Ja daļa no mērīto koku stumbriem ir bojāta vai, tieši otrādi, īpaši kvalitatīva, attiecīgo (bojāto vai īpaši augstas kvalitātes) stumbra posma tilpumu aprēķina vadoties pēc paraugkoku bojājumu (kvalitatīvajiem) posmiem. Ja dotajā kvalitātes klasē ir nomērīti vairāki atbilstošas kvalitātes (vai bojāti) stumbra posmi, sortimenti tiek rēķināti uz katru posmu atsevišķi un beigās tiek aprēķināts kopējais sortimentu tilpums.




13.attēls Apaļkoku sortimentu iznākuma prognozes

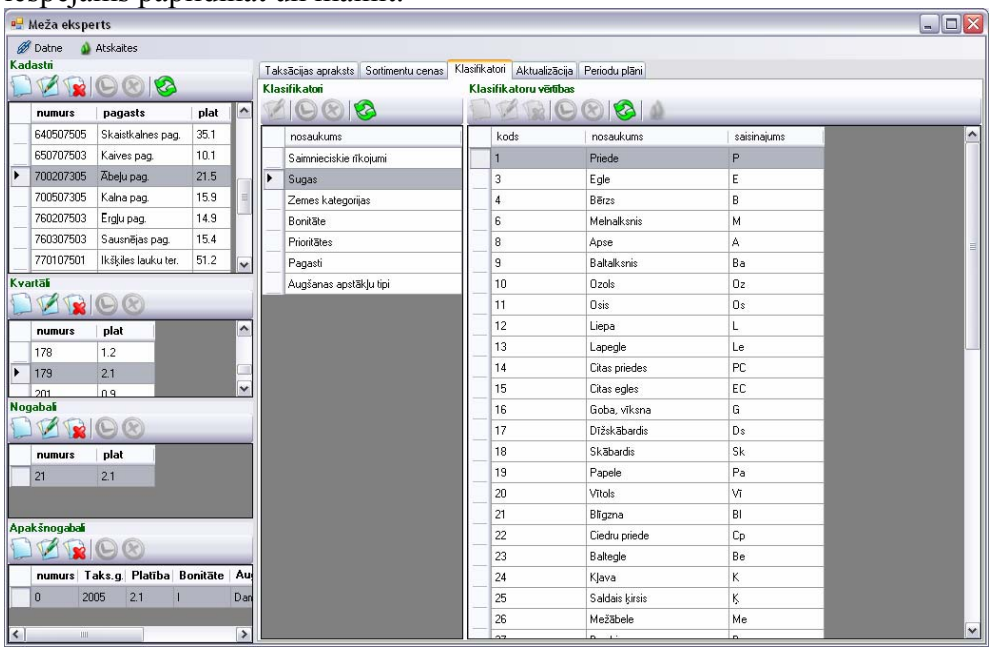
Apaļkoku sortimentu struktūru iespējams aprēķināt izmantojot dažādu prioritāšu rindas, aprēķinu gaitā nosakot optimālo apaļkoku sortimentu prioritāšu rindas. Apaļkoku prioritāšu rindas iespējams pievienot un koriģēt izmantojot logu „Sortimentu cenas”. Izveidojot jaunas prioritātes, tām iespējams dot nosaukumu un piešķirt datumu. Mežaudžu vērtēšana un meža apsaimniekošanas plānošana noritēs atbilstoši iezīmētajai prioritātei.



14.attēls: Apaļkoku sortimentu prioritāšu rindas

## *3.3. Mežsaimniecībā lietotie klasifikatori*

Logs „Klasifikatori” norāda uz programmā lietotajiem klasifikatoriem. Klasifikatori izveidoti atbilstoši valsts meža reģistra klasifikācijai un kodu sistēmai. Klasifikatorus iespējams papildināt un mainīt.



15.attēls: Klasifikatori.

## *3.4. Mežaudžu augšanas gaitas aktualizācijas modeļi*

Datu apstrādes programmā iestrādāti mežaudžu augšanas gaitas aktualizācijas modeļi. Mežaudzēm, kuru taksācija veikta pirms vairākiem gadiem iespējams apskatīt aktualizēto informāciju. Minētie aktualizācijas modeļi tiek izmantoti mežaudžu augšanas gaitas prognozēm un sagaidāmās vērtības noteikšanai.

6.1. **Priežu** audžu taksācijas rādītāju aktualizācija.

**Vidējais caurmērs**

Vidējais caurmērs 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{D_{A+10} = a_0 + a_1 * D_A}$$

$$\mathbf{a_0 = 0.24}$$

$$\mathbf{a_1 = 1.020 + 1.733 / (A_{1.3} - 9)}$$

kur $D_{A+10}$ – audzes vidējais caurmērs pēc 10 gadiem, cm;

$D_A$ - audzes vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā (vecumā A), cm;

$A_{1.3}$ - audzes krūšaugstuma (1.3m augstumā no sakņu kakla) vecums gados aktualizācijas perioda sākumā.

Krūšaugstuma vecumu aprēķina, ja no audzes vecuma A atņem noteiktu gadu skaitu c, kas ir atkarīgs no bonitātes:

$$A_{1.3} = A - c$$

| Bonitāte | I[a] | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|---|
| c | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 9 |

Vidējo caurmēru aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{D_{A+n} = [\ 0.1 * a_0 + 0.1 * (a_1 - 1) * D_A] * n + D_A}$$

kur n – aktualizācijas periods, gados;

pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

**Vidējais augstums**

Vidējais augstums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{H_{A+10} = b_0 + b_1 * H_A}$$

$$\mathbf{b_0 = -0.0987}$$

$$\mathbf{b_1 = 0.9212 + 11.70 / (A_{1.3} - 1.5)}$$

kur $H_{A+10}$ – audzes vidējais augstums pēc 10 gadiem, m;

$H_A$ - audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;

pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Vidējo augstumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{H_{A+n} = [\ 0.1 * b_0 + 0.1 * (b_1 - 1) * H_A] * n + H_A}$$

**Šķērslaukums**

Šķērslaukums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{G_{A+10} = c_0 + c_1 * G_A}$$
$$\mathbf{c_0 = 0.6192 + 88.88 / A_{1.3}}$$
$$\mathbf{c_1 = 0.9961 + 4.232 / A_{1.3}}$$

kur $G_{A+10}$ – audzes šķērslaukums pēc 10 gadiem, $m^2$ / ha;
$G_A$ - audzes šķērslaukums (summā pa 1.stāva sugām) aktualizācijas perioda sākumā, $m^2$ / ha;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Šķērslaukumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{G_{A+n} = [\ 0.1 * c_0 + 0.1 * (c_1 - 1) * G_A] * n + G_A}$$

apzīmējumi kā iepriekšējos vienādojumos.

6.2. **Egļu** audžu taksācijas rādītāju aktualizācija.

**Vidējais caurmērs**
Vidējais caurmērs 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{D_{A+10} = a_0 + a_1 * D_A}$$
$$\mathbf{a_0 = -0.6156 + 0.002832 * A_{1.3}}$$
$$\mathbf{a_1 = 0.998 + 5.594 / A_{1.3}}$$

kur $D_{A+10}$ – audzes vidējais caurmērs pēc 10 gadiem, cm;
$D_A$ - audzes vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā (vecumā A), cm;
$A_{1.3}$ - audzes krūšaugstuma (1.3m augstumā no sakņu kakla) vecums gados aktualizācijas perioda sākumā.
$A_{1.3} = A - 10$

Vidējo caurmēru aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{D_{A+n} = [\ 0.1 * a_0 + 0.1 * (a_1 - 1) * D_A] * n + D_A}$$

kur n – aktualizācijas periods, gados;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

**Vidējais augstums**
Vidējais augstums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{H_{A+10} = b_0 + b_1 * H_A}$$
$$\mathbf{b_1 = 0.9871 + 6.370 / (A_{1.3} - 7)}$$

$$b_0 = 3.716 - 3.818 * b_1$$

kur $H_{A+10}$ – audzes vidējais augstums pēc 10 gadiem, m;
$H_A$ - audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Vidējo augstumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$H_{A+n} = [\ 0.1 * b_0 + 0.1 * (b_1 - 1) * H_A] * n + H_A$$

**Šķērslaukums**

Šķērslaukums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$G_{A+10} = c_0 + c_1 * G_A$$
$$c_0 = -0.873 + 200.0 / A_{1.3}$$
$$c_1 = 0.998 + 4.84 / A_{1.3}$$

kur $G_{A+10}$ – audzes šķērslaukums pēc 10 gadiem, $m^2$ / ha;
$G_A$ - audzes šķērslaukums aktualizācijas perioda sākumā, $m^2$ / ha;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Šķērslaukumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$G_{A+n} = [\ 0.1 * c_0 + 0.1 * (c_1 - 1) * G_A] * n + G_A$$

apzīmējumi kā iepriekšējos vienādojumos.

6.3. **Bērzu** audžu taksācijas rādītāju aktualizācija.

**Vidējais caurmērs**
Vidējais caurmērs 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$D_{A+10} = a_0 + a_1 * D_A$$
$$a_0 = -13 + 0.55 * A_{1.3} - 0.005 * A_{1.3}^2$$
$$a_1 = 2.18 - 0.0388 * A_{1.3} + 0.0003167 * A_{1.3}^2$$

kur $D_{A+10}$ – audzes vidējais caurmērs pēc 10 gadiem, cm;
$D_A$ - audzes vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā (vecumā A), cm;
$A_{1.3}$ - audzes krūšaugstuma (1.3m augstumā no sakņu kakla) vecums gados
aktualizācijas perioda sākumā.
$A_{1.3} = A - 5$

Vidējo caurmēru aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$D_{A+n} = [\ 0.1 * a_0 + 0.1 * (a_1 - 1) * D_A] * n + D_A$$

kur n – aktualizācijas periods, gados;

pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

**Vidējais augstums**
Vidējais augstums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{H_{A+10} = b_0 + b_1 * H_A}$$
$$\mathbf{b_0 = -2.0}$$
$$\mathbf{b_1 = 0.95 + 12.0 / A}$$

kur $H_{A+10}$ – audzes vidējais augstums pēc 10 gadiem, m;
$H_A$ - audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
A – audzes vecums aktualizācijas perioda sākumā, gadi.

Vidējo augstumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{H_{A+n} = [\ 0.1 * b_0 + 0.1 * (b_1 - 1) * H_A] * n + H_A}$$

**Šķērslaukums**

Šķērslaukums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{G_{A+10} = c_0 + c_1 * G_A}$$
$$\mathbf{c_0 = 1.11 - 0.013 * A_{1.3}}$$
$$\mathbf{c_1 = 0.98 + 8.57 / A_{1.3}}$$

kur $G_{A+10}$ – audzes šķērslaukums pēc 10 gadiem, $m^2$ / ha;
$G_A$ - audzes šķērslaukums aktualizācijas perioda sākumā, $m^2$ / ha;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Šķērslaukumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{G_{A+n} = [\ 0.1 * c_0 + 0.1 * (c_1 - 1) * G_A] * n + G_A}$$

apzīmējumi kā iepriekšējos vienādojumos.

6.4. **Apšu** audžu taksācijas rādītāju aktualizācija.

**Vidējais caurmērs**
Vidējais caurmērs 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{D_{A+10} = a_0 + a_1 * D_A}$$
$$\mathbf{a_0 = 2.064 + 0.002149 * A_{1.3}}$$
$$\mathbf{a_1 = 0.9520 + 3.072 / (A_{1.3} - 0.8594)}$$

kur $D_{A+10}$ – audzes vidējais caurmērs pēc 10 gadiem, cm;
$D_A$ - audzes vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā (vecumā A), cm;
$A_{1.3}$ - audzes krūšaugstuma (1.3m augstumā no sakņu kakla) vecums gados aktualizācijas perioda sākumā.
$A_{1.3} = A - 2$

Vidējo caurmēru aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{D_{A+n} = [\ 0.1 * a_0 + 0.1 * (a_1 - 1) * D_A] * n + D_A}$$

kur n – aktualizācijas periods, gados;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

**Vidējais augstums**
Vidējais augstums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{H_{A+10} = b_0 + b_1 * H_A}$$
$$\mathbf{b_0 = 4.167 - 0.02667 * A_{1.3}}$$
$$\mathbf{b_1 = 0.9234 + 0.00041 * A_{1.3}}$$

kur $H_{A+10}$ – audzes vidējais augstums pēc 10 gadiem, m;
$H_A$ - audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;

Vidējo augstumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{H_{A+n} = [\ 0.1 * b_0 + 0.1 * (b_1 - 1) * H_A] * n + H_A}$$

**Šķērslaukums**

Šķērslaukums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{G_{A+10} = c_0 + c_1 * G_A}$$
$$\mathbf{c_0 = 6.209 - 0.07433 * A_{1.3}}$$
$$\mathbf{c_1 = 0.9136 + 11.40 / (A_{1.3} + 2.813)}$$

kur $G_{A+10}$ – audzes šķērslaukums pēc 10 gadiem, $m^2$ / ha;
$G_A$ - audzes šķērslaukums aktualizācijas perioda sākumā, $m^2$ / ha;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Šķērslaukumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{G_{A+n} = [\ 0.1 * c_0 + 0.1 * (c_1 - 1) * G_A] * n + G_A}$$

apzīmējumi kā iepriekšējos vienādojumos.

6.5. **Melnalkšņu** audžu taksācijas rādītāju aktualizācija.

**Vidējais caurmērs**
Vidējais caurmērs 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{D_{A+10} = a_0 + a_1 * D_A}$$
$$\mathbf{a_0 = 0}$$
$$\mathbf{a_1 = 0.8166 + 19.21 / A}$$

kur $D_{A+10}$ – audzes vidējais caurmērs pēc 10 gadiem, cm;

$D_A$ - audzes vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā (vecumā A), cm;

A – audzes vecums aktualizācijas perioda sākumā, gadi.

Vidējo caurmēru aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{D_{A+n} = [\ 0.1 * a_0 + 0.1 * (a_1 - 1) * D_A] * n + D_A}$$

kur n – aktualizācijas periods, gados;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

**Vidējais augstums**
Vidējais augstums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{H_{A+10} = b_0 + b_1 * H_A}$$
$$\mathbf{b_0 = 0}$$
$$\mathbf{b_1 = 0.9245 + 7.700 / A}$$

kur $H_{A+10}$ – audzes vidējais augstums pēc 10 gadiem, m;
$H_A$ - audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;

Vidējo augstumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{H_{A+n} = [\ 0.1 * b_0 + 0.1 * (b_1 - 1) * H_A] * n + H_A}$$

**Šķērslaukums**

Šķērslaukums 10 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{G_{A+10} = c_0 + c_1 * G_A}$$
$$\mathbf{c_0 = 0}$$
$$\mathbf{c_1 = 0.8870 + 10.91 / A}$$

kur $G_{A+10}$ – audzes šķērslaukums pēc 10 gadiem, $m^2$ / ha;
$G_A$ - audzes šķērslaukums aktualizācijas perioda sākumā, $m^2$ / ha;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Šķērslaukumu aktualizācijas periodam no 1 līdz 9 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{G_{A+n} = [\ 0.1 * c_0 + 0.1 * (c_1 - 1) * G_A] * n + G_A}$$

apzīmējumi kā iepriekšējos vienādojumos.

6.6. **Baltalkšņu** audžu taksācijas rādītāju aktualizācija.

**Vidējais caurmērs**
Vidējais caurmērs 5 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{D_{A+5} = a_0 + a_1 * D_A}$$
$$\mathbf{a_0 = 0.7519}$$
$$\mathbf{a_1 = 0.8738 + 5.128 / A}$$

kur $D_{A+5}$ – audzes vidējais caurmērs pēc 5 gadiem, cm;
$D_A$ - audzes vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā (vecumā A), cm;
A – audzes vecums aktualizācijas perioda sākumā, gadi.

Vidējo caurmēru aktualizācijas periodam no 1 līdz 4 gadiem aprēķina šādi:

$$\mathbf{D_{A+n} = [\ 0.2 * a_0 + 0.2 * (a_1 - 1) * D_A] * n + D_A}$$

kur n – aktualizācijas periods, gados;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Aktualizācija laika posmam no 6 līdz 9 gadiem veicama pēc vienādojuma

$$\mathbf{D_{(A+5)+n} = [\ 0.2 * a_0 + 0.2 * (a_1 - 1) * D_{A+5}] * n + D_{A+5}}$$

Aktualizācija 10 gadiem veicama pēc vienādojuma

$$\mathbf{D_{(A+5)+5} = a_0 + a_1 * D_{A+5}}$$

**Vidējais augstums**

Vidējais augstums 5 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{H_{A+5} = b_0 + b_1 * H_A}$$
$$\mathbf{b_0 = 1.716 - 0.0278 * A}$$
$$\mathbf{b_1 = 0.9357 + 2.360 / A}$$

kur $H_{A+5}$ – audzes vidējais augstums pēc 5 gadiem, m;
$H_A$ - audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;

Augstuma aktualizācija pārējiem laika periodiem veicama analogi vidējā caurmēra aktualizācijai.

**Šķērslaukums**

Šķērslaukums 5 gadus ilgam periodam aprēķināms šādi:

$$\mathbf{G_{A+5} = c_0 + c_1 * G_A}$$
$$\mathbf{c_0 = 0}$$
$$\mathbf{c_1 = 0.9353 + 3.179 / A}$$

kur $G_{A+5}$ – audzes šķērslaukums pēc 5 gadiem, $m^2$ / ha;
$G_A$ - audzes šķērslaukums aktualizācijas perioda sākumā, $m^2$ / ha;
pārējie apzīmējumi kā iepriekšējā vienādojumā.

Šķērslaukuma aktualizācija pārējiem laika periodiem veicama analogi vidējā caurmēra aktualizācijai.

**Aktualizācijas modeļu lietošana**

Aktualizācijas vienādojumi lietojami valdošajām koku sugām sākot ar šādu audžu vecumu:

| Koku suga | Krūšaugstuma vecums $A_{1.3}$, gadi | Bonitāte | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $I^a$ | I | II | III | IV | V |
| | | Faktiskais audzes vecums perioda sākumā A, gadi | | | | | |
| Priede | 20 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 29 |
| Egle | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Bērzs | 25 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Apse | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Melnalksnis | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Baltalksnis | - | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Līdz tabulā minētajam faktiskajam vecumam aktualizācija veicama, pieskaitot taksācijas rādītāja vērtībai aktualizācijas perioda sākumā tā vidējo pieaugumu par aktualizācijas perioda gadu skaitu. Taksācijas rādītāja vērtības vidējo pieaugumu gadā aprēķina dalot taksācijas rādītāja vērtību aktualizācijas perioda sākumā ar audzes faktisko vecumu gados. Piemēram:

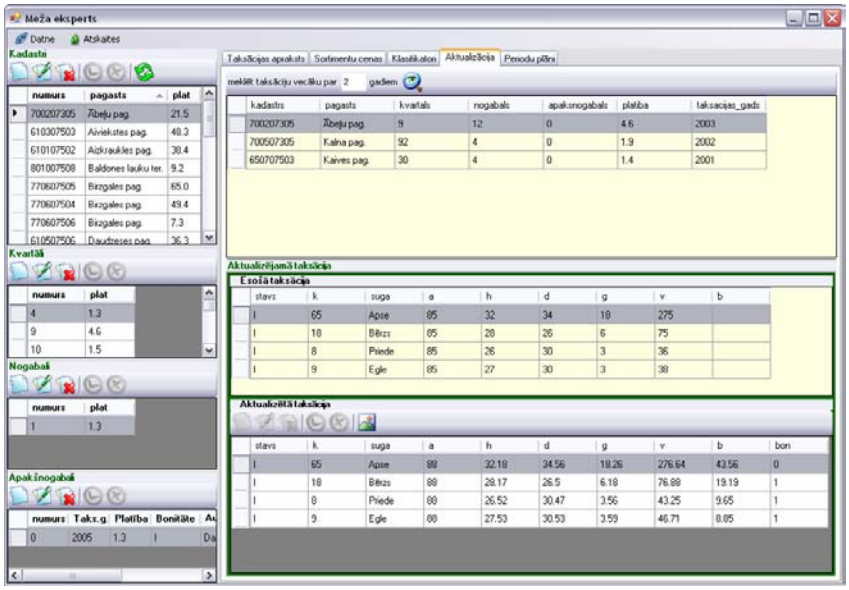
$$\mathbf{H_{A+n} = (H_A / A) * n + H_A}$$

kur $H_{A+n}$ – audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda beigās;
$H_A$ – audzes vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā;
A - audzes vecums aktualizācijas perioda sākumā;
n – aktualizācijas perioda gadu skaits.

Analoģiski aktualizējami audzes II stāva (rindas) taksācijas rādītāji.

Aktualizējot mistrotu audžu šķērslaukumu, jālieto audzes valdošās sugas vienādojumi. Jāaktualizē pirmā stāva audzes kopējais šķērslaukums, bet ne pa mistroto audzi sastādošām koku sugām atsevišķi. Pēc tam aktualizēto šķērslaukumu var sadalīt pa sastādošām koku sugām proporcionāli to sastāva koeficientiem. Analoģiski jāaktualizē dažāda vecuma audžu šķērslaukums.

Koku sugas, kurām nav izstrādāti aktualizācijas modeļi, jāaktualizē pēc šādu sugu modeļiem:
ozols, lapegle, citas priedes, ciedru priede pēc priedes;
osis, citas egles, goba, dižskābardis, skābardis, baltegle, kļava pēc egles;
liepa pēc bērza;
papele pēc apses;
vītols, blīgzna pēc baltalkšņa.



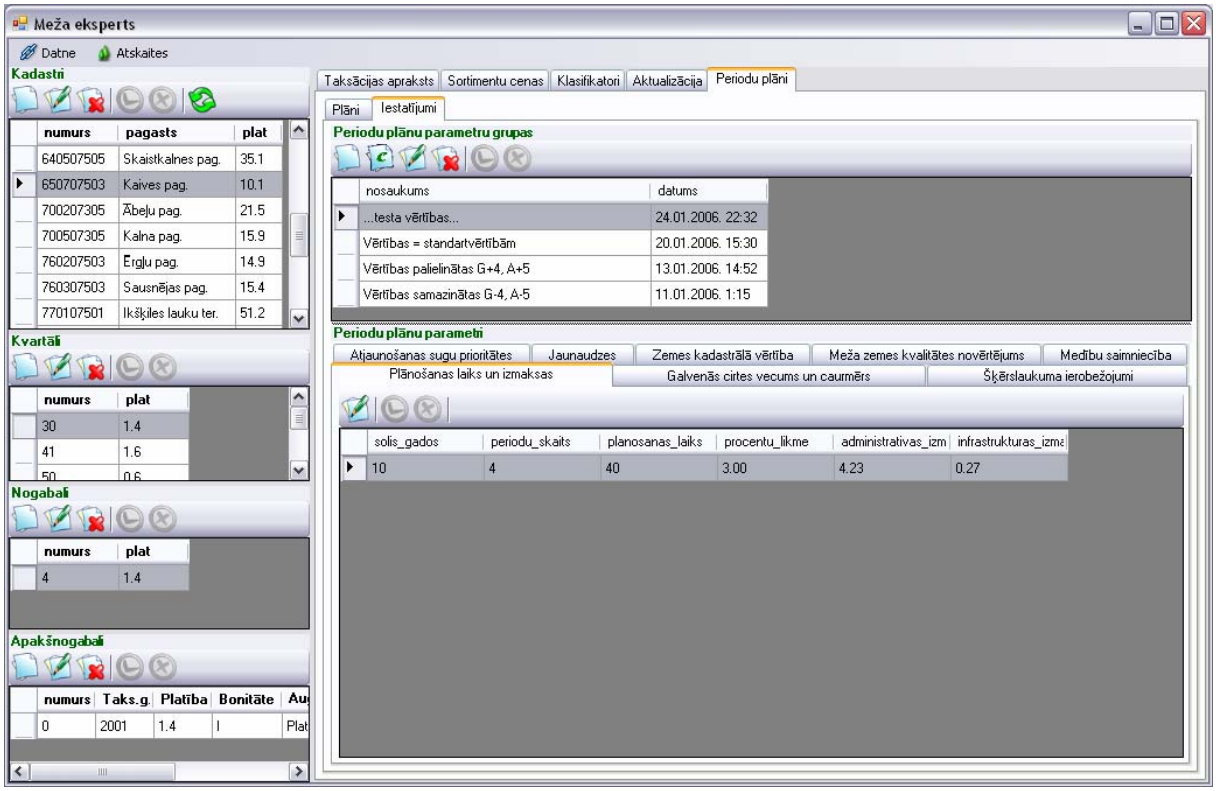
16.attēls: Audžu aktualizācijas modeļi

## 3.5. Meža apsaimniekošanas plānošanas periodu plāni

Meža apsaimniekošanas plānošanu iespējams veikt starp vairākām alternatīvām atrodot optimālo meža apsaimniekošanas plānošanas variantu, kurš spēj nodrošināt maksimālo meža tīro tagadnes vērtību un noturīgu tīro ienākumu profilu. Dažādiem plānošanas modeļiem nosaka atšķirīgus meža apsaimniekošanu raksturojošus parametrus:

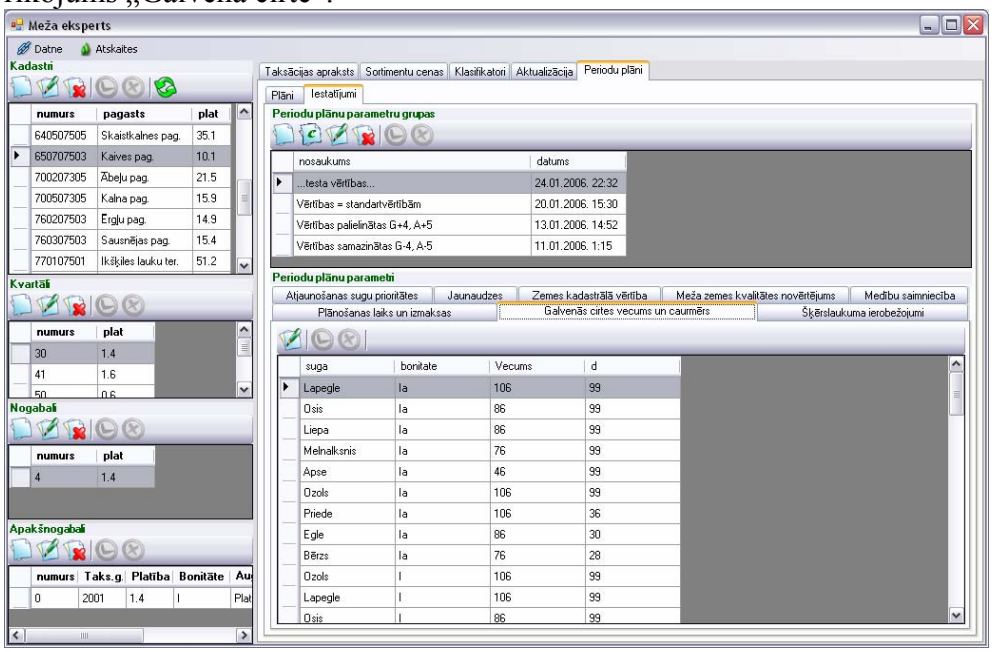
- Galvenās cirtes vecums un mērķa caurmērs;
- Apaļkoku sortimentu cenas;
- Atjaunojamo sugu prioritātes;
- Jaunaudžu vidējos taksācijas rādītājus;
- Krājas kopšanas ciršu parametrus (paliekošās daļas šķērslaukums, kopšanas intensitāte);
- Plānošanas laiks, plānošanas solis, periodu skaits;
- Procentu likme;
- Medību saimniecības ienākumi, administratīvās un infrastruktūras izmaksas.

Plānošanas parametru izvēle notiek izmantojot logu „iestatījumi”, koriģējot parametrus logā „Periodu plānu parametri”.



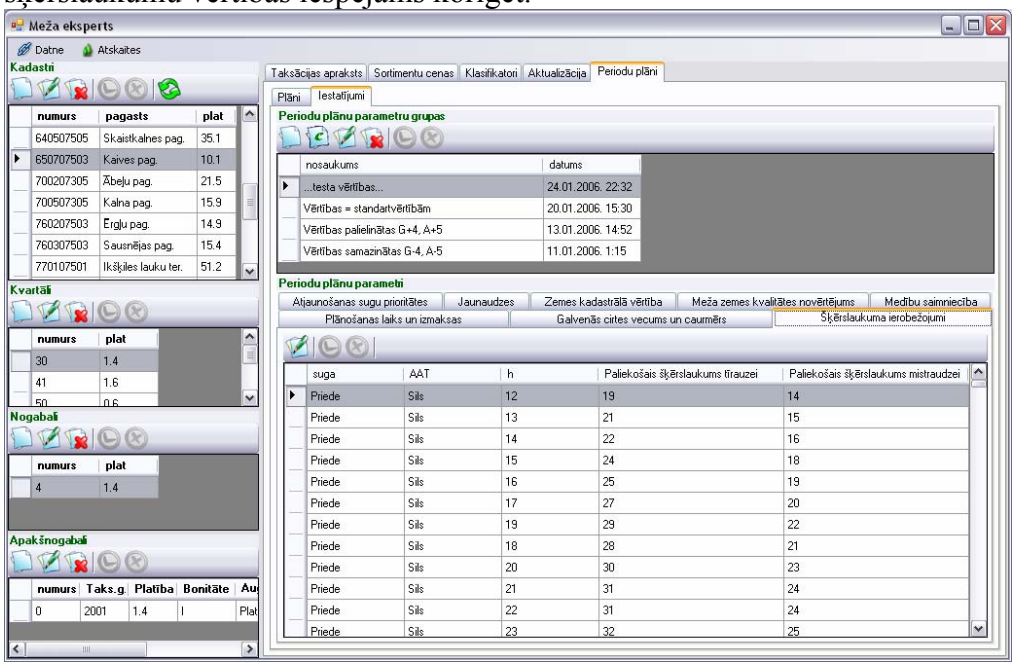
17.attēls: Meža apsaimniekošanas plānošanas prioritātes:

Galvenās cirtes vecumu un caurmēru iespējams koriģēt izmantojot logu „Galvenās cirtes vecums un caurmērs”. Atbilstoši šiem parametriem tiek atlasītas mežaudzes, kurās iespējams veikt galveno cirti. Šīm audzēm tiek dots saimnieciskais rīkojums „Galvenā cirte”.



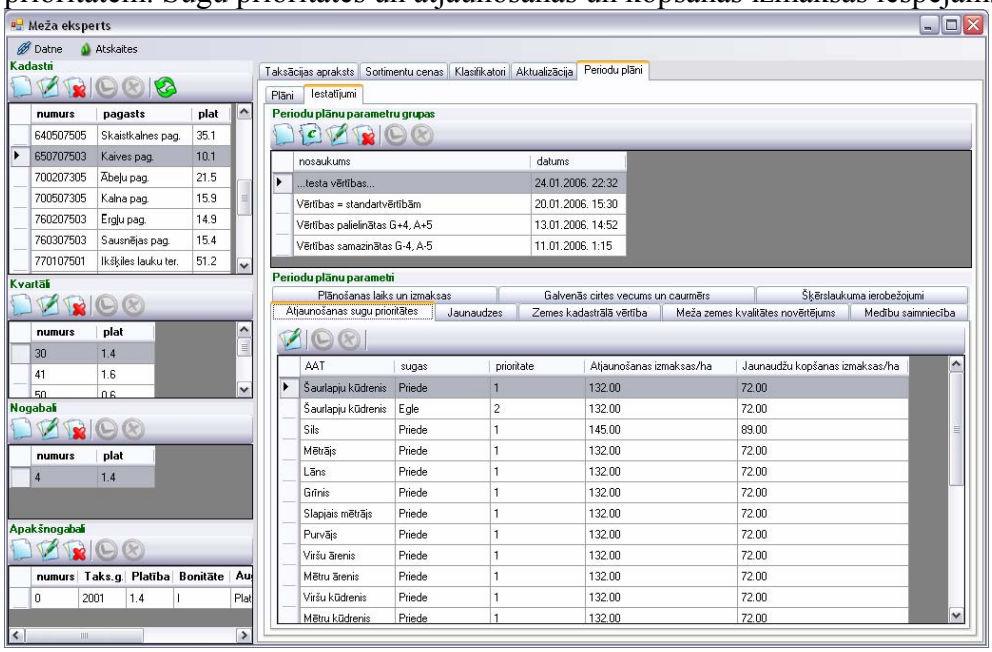
18.attēls: Galvenās cirtes parametru izvēle.

Krājas kopšanas cirtē kopjamo audžu saraksts tiek veidots atlasot mežaudzes, kuru šķērslaukums pārsniedz paliekošās daļas šķērslaukumu par 7m$^2$/ha. Programma aprēķina izcērtamās daļas krāju, sortimentāciju un vērtību. Paliekošās daļas šķērslaukumu vērtības iespējams koriģēt.



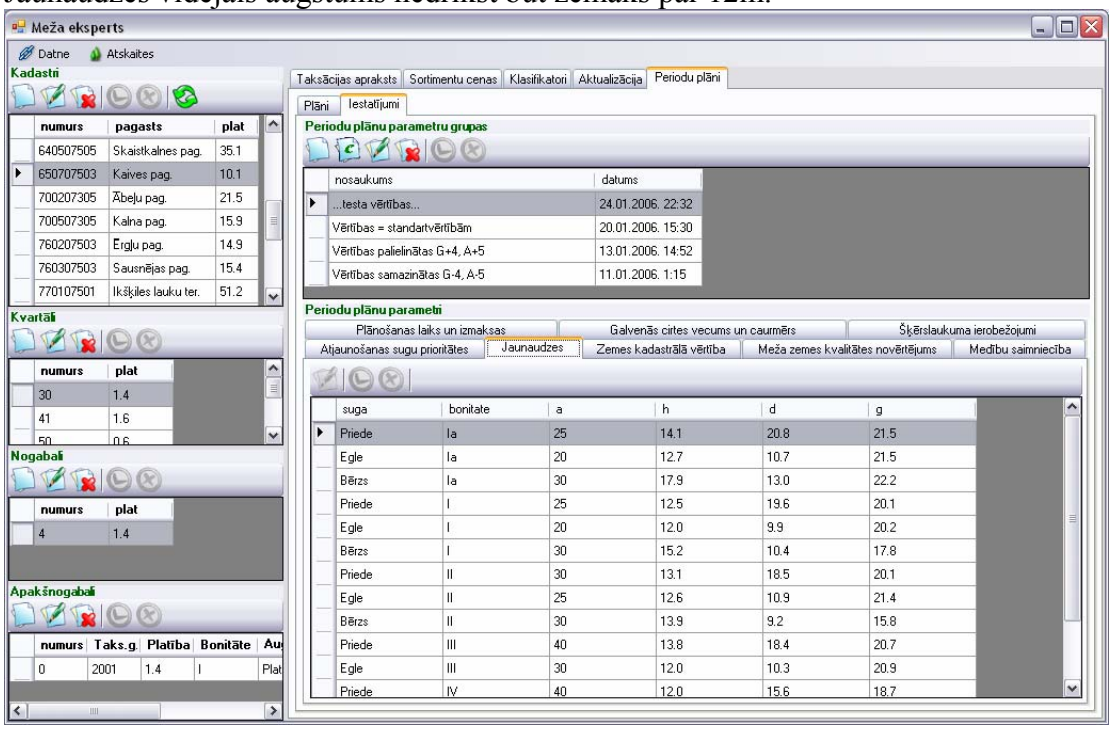

19.attēls: Meža atjaunošanas prioritātes

Meža atjaunošanas saimnieciskais rīkojums tiek dots pēc galvenās cirtes izpildes. Meža atjaunošana tiek plānota nākamajā gadā pēc mežaudzes nociršanas galvenajā cirtē. Meža atjaunošana tiek projektēta atbilstoši augšanas apstākļa tipa sugu prioritātēm. Sugu prioritātes un atjaunošanas un kopšanas izmaksas iespējams koriģēt:



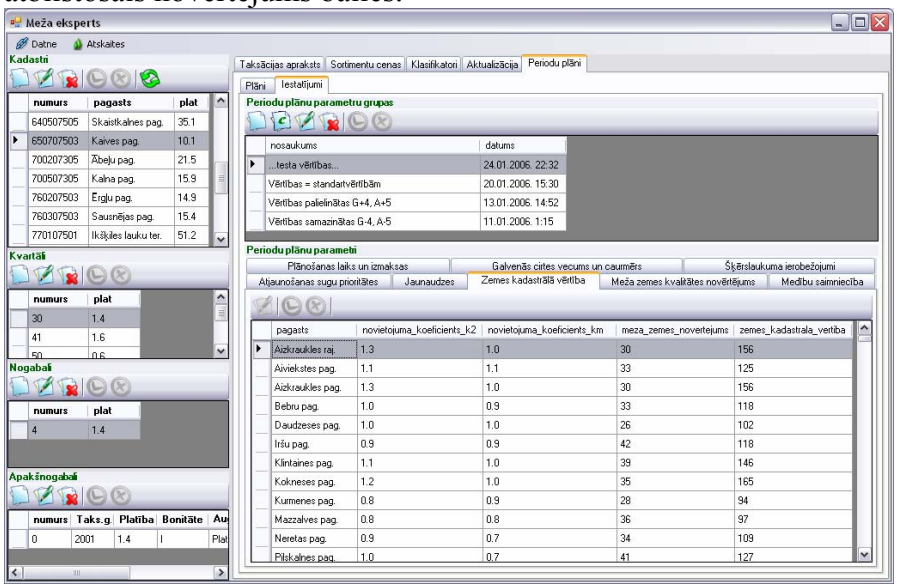

20.attēls: Meža atjaunošanas un kopšanas izmaksas

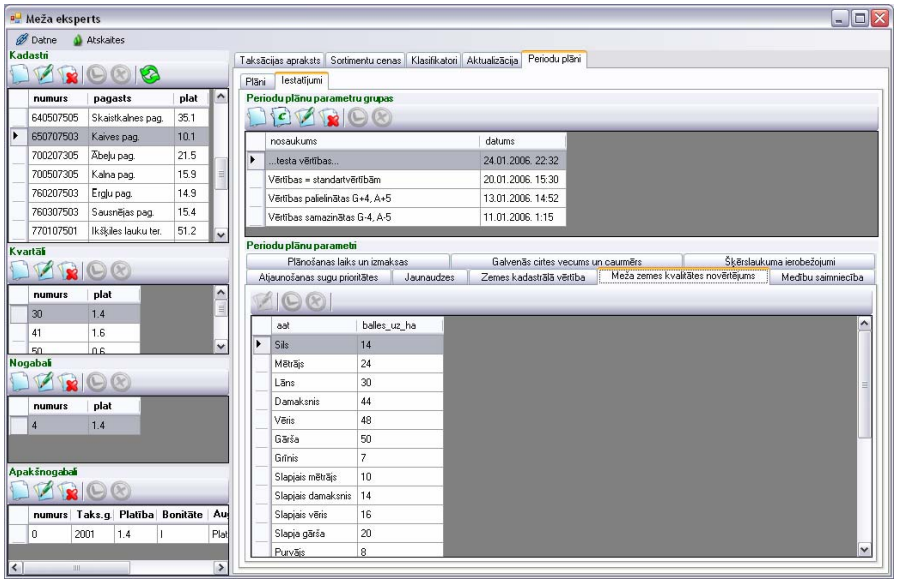
Jaunaudžu parametri tiek iestatīti atbilstoši jaunaudžu augšanas gaitai un kopšanas modeļiem. Tabula „Jaunaudzes” uzrāda jaunaudžu taksācijas rādītājus, pēc kuriem tiek modelēta mežaudžu augšanas gaita. Jaunaudzes parametri tiek ierobežoti. Jaunaudzes vidējais augstums nedrīkst būt zemāks par 12m.




21.attēls: Jaunaudžu augšanas gaitas modeļu parametri

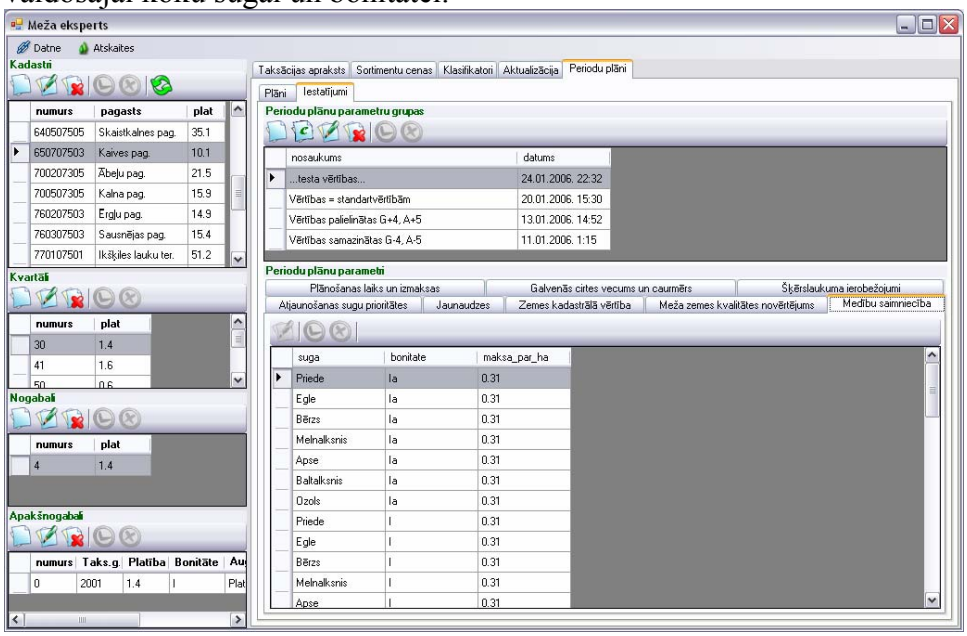
Programma aprēķina meža zemes kadastrālo vērtību un tai atbilstošo nekustamā īpašuma nodokli. Logā „Zemes kadastrālā vērtība” atrodas zemes kadastrālās vērtības noteikšanas parametri (Atbilstoši LR MK noteikumiem). Logā „Meža zemes kvalitātes novērtējums” atrodas meža augšanas apstākļu tipiem atbilstošais novērtējums ballēs.





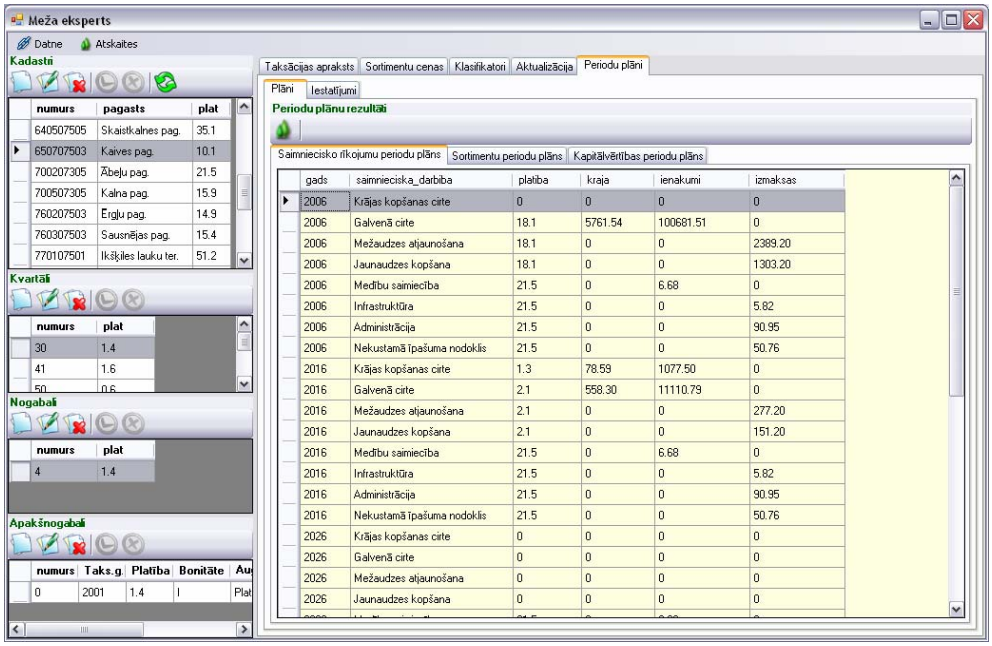
22.attēls: Zemes kadastrālās vērtības noteikšana

Ienākumu plānošanai no medību platību nomas tiesībām izstrādāta tabula „Medību saimniecība”. Medību nomas maksa koriģējama atbilstoši nogabala valdošajai koku sugai un bonitātei.



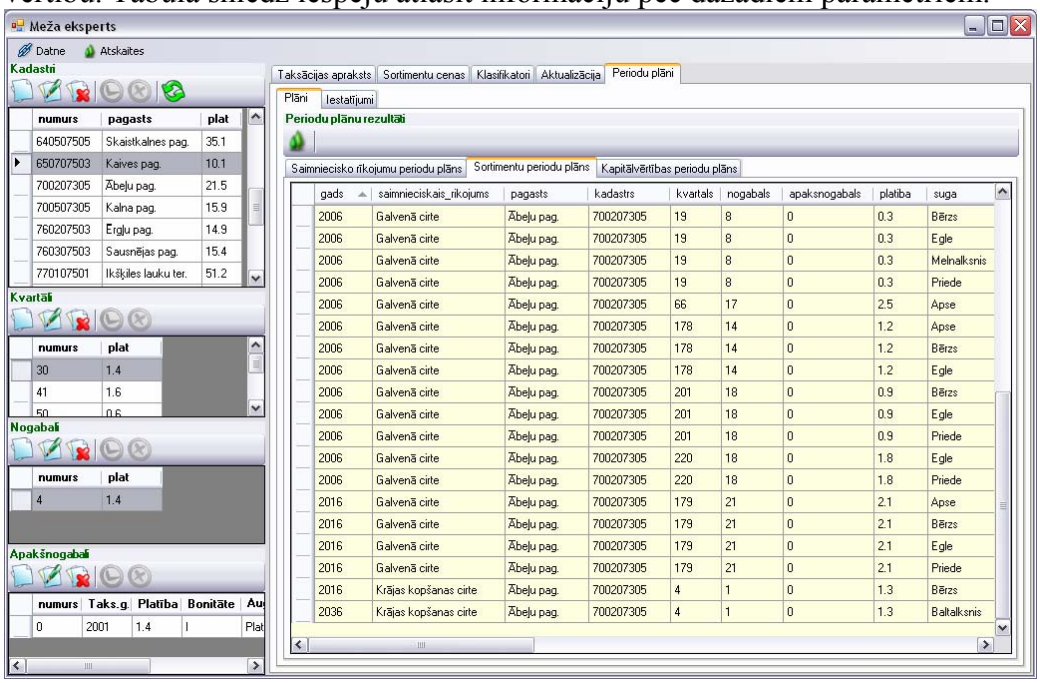
23.attēls: Medību saimniecības projektēšana

Periodu plānu rezultāti apkopo informāciju par meža apsaimniekošanas plānošanas principiem un rezultatīvajiem rādītājiem. Logs „Saimniecisko rīkojumu periodu plāns atspoguļo informāciju par periodos prognozētajiem ienākumiem un izmaksām.



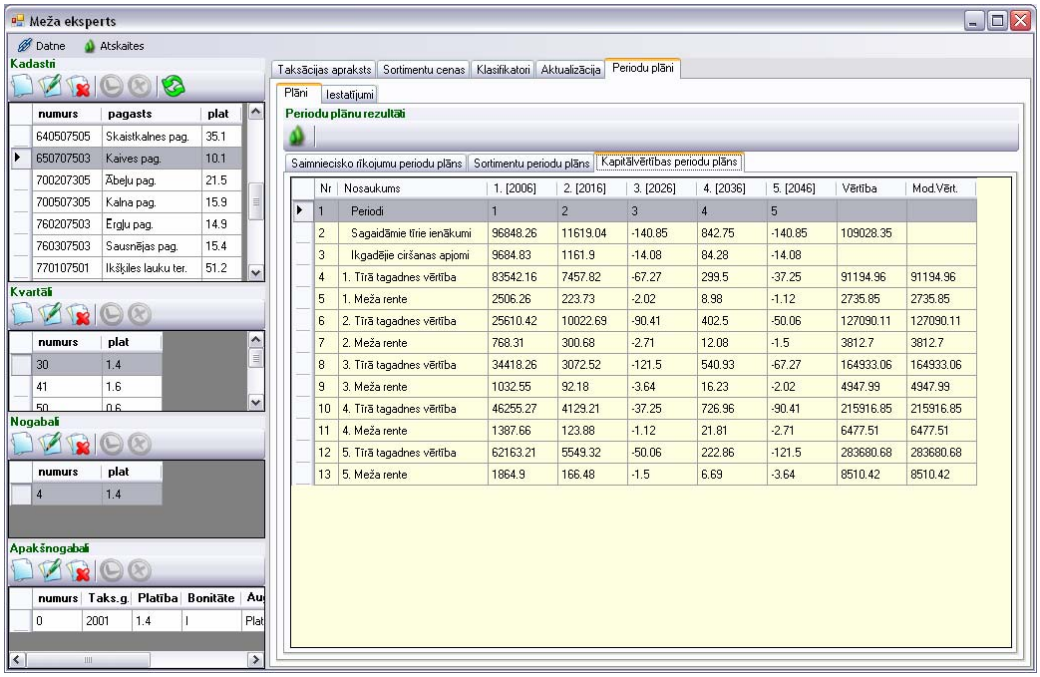
24.attēls: Saimniecisko rīkojumu periodu plāns:

Sortimentu periodu plāns apkopo informāciju par visiem nogabaliem, kuros paredzēta saimnieciskā darbība, norādot sortimentu iznākumu pa sugām un sortimentu vērtību. Tabula sniedz iespēju atlasīt informāciju pēc dažādiem parametriem.



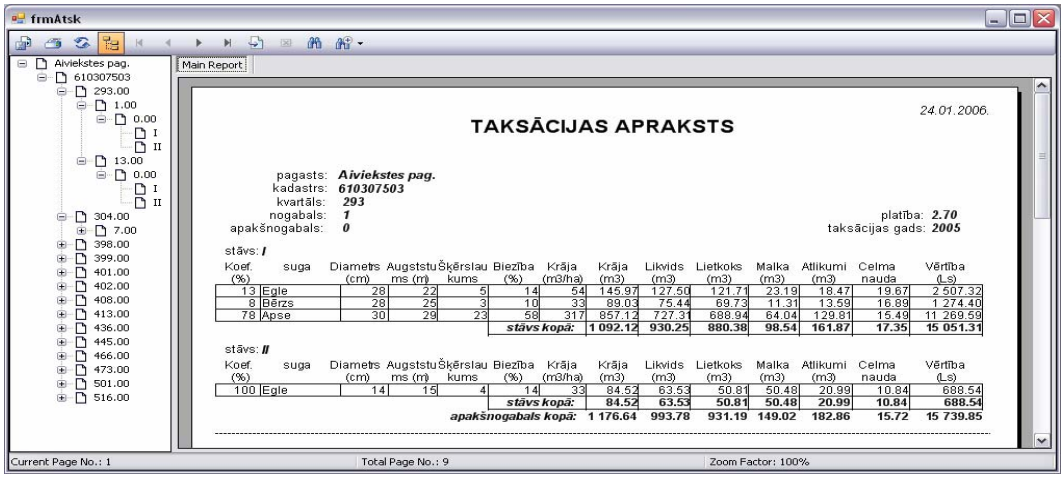
25.attēls: Saimniecisko rīkojumu saraksts

Logā „Perioda plāna rezultāti” atbilstoši pieņemtajai procentu likmei tiek aprēķināta meža īpašuma tīrā tagadnes vērtība tās izmaiņas dinamika atkarībā no aprēķinātā un pieņemtā noturīgo tīro ienākumu profila (Meža rentes). Atbilstoši pieņemtajai meža rentei nepieciešams veikt meža apsaimniekošanas plāna koriģēšanu.




26.attēls: Ikgadējo ciršanas apjomu un meža kapitālvērtības aprēķināšana

## Atskaites



frmAtsk

Main Report

24.01.2006.

## SORTIMENTĀCIJA

pagasts: *Aiviekstes pag.*
kadastrs: *610307503*
kvartāls: *293*
nogabals: *1*
apakšnogabals: *0*

platība: *2.70*
taksācijas gads: *2005*

suga: *Apse*

| stāvs: *I* | Resnie | Vidējie | Tievie | Papīrm. | Malka | Kopā | Atlikumi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sortimenta garums, m | 4.50 | 4.00 | 3.50 | 3.10 | 2.00 | | |
| Tievgaļa caurmērs, cm | 24.00 | 20.00 | 16.00 | 12.00 | 8.00 | | |
| Cena, Ls/m3 | 18.00 | 16.00 | 12.00 | 10.00 | 8.00 | | |
| Krāja, m3 | 392.57 | 117.02 | 116.31 | 64.04 | 38.37 | **727.31** | 129.81 |
| Vērtība, Ls | 7 066.21 | 1 872.33 | 1 383.67 | 640.41 | 306.97 | **11 269.59** | 0.00 |

suga: *Bērzs*

| stāvs: *I* | Resnie | Vidējie | Tievie | Papīrm. | Malka | Kopā | Atlikumi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sortimenta garums, m | 4.50 | 4.00 | 3.50 | 3.10 | 2.00 | | |
| Tievgaļa caurmērs, cm | 24.00 | 20.00 | 16.00 | 12.00 | 8.00 | | |
| Cena, Ls/m3 | 24.00 | 20.00 | 14.00 | 10.00 | 6.00 | | |
| Krāja, m3 | 15.42 | 25.85 | 17.15 | 11.31 | 5.71 | **75.44** | 13.59 |
| Vērtība, Ls | 369.98 | 516.92 | 240.13 | 113.09 | 34.28 | **1 274.40** | 0.00 |

suga: *Egle*

| stāvs: *I* | Resnie | Vidējie | Tievie | Papīrm. | Malka | Kopā | Atlikumi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sortimenta garums, m | 4.80 | 4.00 | 3.50 | 3.10 | 2.00 | | |
| Tievgaļa caurmērs, cm | 24.00 | 20.00 | 18.00 | 10.00 | 8.00 | | |
| Cena, Ls/m3 | 25.00 | 22.00 | 18.00 | 12.00 | 6.00 | | |
| Krāja, m3 | 29.31 | 53.91 | 15.30 | 23.19 | 5.79 | **127.50** | 18.47 |
| Vērtība, Ls | 732.86 | 1 186.05 | 275.42 | 278.28 | 34.71 | **2 507.32** | 0.00 |

suga: *Egle*

| stāvs: *II* | Resnie | Vidējie | Tievie | Papīrm. | Malka | Kopā | Atlikumi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sortimenta garums, m | 4.80 | 4.00 | 3.50 | 3.10 | 2.00 | | |
| Tievgaļa caurmērs, cm | 24.00 | 20.00 | 18.00 | 10.00 | 8.00 | | |
| Cena, Ls/m3 | 25.00 | 22.00 | 18.00 | 12.00 | 6.00 | | |
| Krāja, m3 | 0.00 | 0.14 | 0.19 | 50.48 | 12.72 | **63.52** | 20.99 |
| Vērtība, Ls | 0.03 | 3.10 | 3.38 | 605.73 | 76.30 | **688.54** | 0.00 |

**Kopējā krāja (m3):** ***993.77***
**Kopējā vērtība (Ls):** ***15 739.85***

Current Page No.: 1 | Total Page No.: 18 | Zoom Factor: 100%

frmAtsk

Main Report

24.01.2006.

## Saimniecisko darbību periodu plāns

| 2006 | Saimnieciskā darbība | Platība | Krāja | Ienākumi | Izdevumi |
|---|---|---|---|---|---|
| | Krājas kopšanas cirte | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Galvenā cirte | 18.10 | 5 761.54 | 100 681.51 | 0.00 |
| | Mežaudzes atjaunošana | 18.10 | 0.00 | 0.00 | 2 389.20 |
| | Jaunaudzes kopšana | 18.10 | 0.00 | 0.00 | 1 303.20 |
| | Medību saimiecība | 21.50 | 0.00 | 6.68 | 0.00 |
| | Infrastruktūra | 21.50 | 0.00 | 0.00 | 5.82 |
| | Administrācija | 21.50 | 0.00 | 0.00 | 90.95 |
| | Nekustamā īpašuma nodoklis | 21.50 | 0.00 | 0.00 | 50.76 |
| | | | **5 761.54** | **100 688.19** | **3 839.93** |

| 2016 | Saimnieciskā darbība | Platība | Krāja | Ienākumi | Izdevumi |
|---|---|---|---|---|---|
| | Krājas kopšanas cirte | 1.30 | 78.59 | 1 077.50 | 0.00 |
| | Galvenā cirte | 2.10 | 558.30 | 11 110.79 | 0.00 |
| | Mežaudzes atjaunošana | 2.10 | 0.00 | 0.00 | 277.20 |
| | Jaunaudzes kopšana | 2.10 | 0.00 | 0.00 | 151.20 |
| | Medību saimiecība | 21.50 | 0.00 | 6.68 | 0.00 |
| | Infrastruktūra | 21.50 | 0.00 | 0.00 | 5.82 |
| | Administrācija | 21.50 | 0.00 | 0.00 | 90.95 |
| | Nekustamā īpašuma nodoklis | 21.50 | 0.00 | 0.00 | 50.76 |
| | | | **636.89** | **12 194.97** | **575.93** |

Current Page No.: 1 | Total Page No.: 1 | Zoom Factor: 100%

frmAtsk

Main Report

24.01.2006.

## Sortimentu periodu plāns

*Ābeļu pag.*

| Kadastrs | Kvart. | Nog. | A.Nog. | Platība | Suga | Krāja 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā | atlikumi | Vērtība 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **700207305** | **4** | **1** | **0** | 1.30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2016 Krājas kopšanas cirte | | | | | Bērzs | 4.05 | 16.40 | 30.66 | 14.63 | 12.85 | 78.59 | 16.11 | 97.10 | 327.84 | 429.15 | 146.31 | 77.10 | 1 077.50 |
| 2016 Krājas kopšanas cirte | | | | | Dažādsārnis | 0.07 | 1.80 | 17.29 | 15.56 | 8.88 | 43.60 | 8.41 | 1.38 | 28.84 | 207.50 | 155.69 | 53.25 | 446.66 |
| | | | | | | **4.12** | **18.20** | **47.95** | **30.19** | **21.73** | **122.19** | **24.52** | **98.48** | **356.68** | **636.65** | **302.00** | **130.35** | **1 524.16** |

| Kadastrs | Kvart. | Nog. | A.Nog. | Platība | Suga | Krāja 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā | atlikumi | Vērtība 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **700207305** | **9** | **12** | **0** | 4.60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Apse | 714.08 | 122.41 | 147.53 | 57.07 | 28.15 | 1 069.24 | 188.67 | 12 853.51 | 1 958.62 | 1 770.38 | 570.71 | 225.20 | 17 378.42 |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Bērzs | 71.86 | 74.72 | 77.75 | 42.91 | 23.80 | 291.04 | 55.60 | 1 724.67 | 1 494.48 | 1 088.54 | 429.11 | 142.79 | 4 879.59 |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Egle | 59.09 | 49.59 | 15.27 | 34.44 | 4.67 | 162.06 | 22.19 | 1 497.14 | 1 009.09 | 274.93 | 413.31 | 20.05 | 3 202.52 |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Priede | 50.04 | 13.68 | 21.46 | 38.46 | 23.32 | 147.76 | 25.47 | 1 254.30 | 279.68 | 346.71 | 481.57 | 209.91 | 2 552.17 |
| | | | | | | **896.67** | **259.40** | **262.01** | **172.88** | **79.94** | **1 670.90** | **291.93** | **17 329.62** | **4 801.87** | **3 480.56** | **1 874.70** | **605.95** | **28 092.70** |

| Kadastrs | Kvart. | Nog. | A.Nog. | Platība | Suga | Krāja 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā | atlikumi | Vērtība 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **700207305** | **10** | **4** | **0** | 1.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Bērzs | 151.13 | 39.73 | 24.10 | 12.60 | 7.93 | 235.49 | 42.96 | 3 627.17 | 794.53 | 337.44 | 125.98 | 47.61 | 4 932.73 |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Egle | 20.70 | 19.81 | 9.38 | 48.96 | 7.82 | 106.67 | 17.72 | 517.65 | 435.67 | 168.78 | 587.61 | 46.92 | 1 756.63 |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Priede | 36.41 | 3.46 | 7.03 | 7.65 | 5.64 | 60.19 | 11.07 | 898.24 | 70.80 | 113.57 | 91.78 | 50.74 | 1 225.13 |
| | | | | | | **208.24** | **63.00** | **40.51** | **69.21** | **21.39** | **402.35** | **71.75** | **5 043.06** | **1 301.00** | **619.79** | **805.37** | **145.27** | **7 914.49** |

| Kadastrs | Kvart. | Nog. | A.Nog. | Platība | Suga | Krāja 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā | atlikumi | Vērtība 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | kopā |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **700207305** | **11** | **1** | **0** | 1.80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Bērzs | 68.53 | 26.37 | 18.76 | 9.57 | 4.76 | 127.99 | 24.00 | 1 644.61 | 527.32 | 262.63 | 95.68 | 28.58 | 2 558.82 |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Egle | 41.00 | 64.01 | 27.47 | 94.34 | 13.03 | 239.85 | 38.71 | 1 025.01 | 1 408.13 | 494.40 | 1 132.17 | 78.16 | 4 137.87 |
| 2006 Galvenā cirte | | | | | Priede | 146.82 | 4.21 | 23.62 | 31.68 | 19.96 | 226.29 | 40.48 | 3 621.94 | 86.19 | 381.66 | 380.11 | 179.61 | 4 649.51 |
| | | | | | | **256.35** | **94.59** | **69.85** | **135.59** | **37.75** | **594.13** | **103.19** | **6 291.56** | **2 021.64** | **1 138.69** | **1 607.96** | **286.35** | **11 346.20** |

Current Page No.: 1 | Total Page No.: 1+ | Zoom Factor: 100%

# 4. Meža apsaimniekošanas (plānošanas un notikušās saimnieciskās darbības) efektivitātes kritēriju un indikatoru noteikšana, to novērtēšanas metodikas izstrāde, un saskaņošana ar Pasūtītāju.

## *4.1. Mežsaimniecības efektivitātes kritēriji*

Mežsaimniecības pasākumu izdevumu daļas pamatošanai nepieciešams noskaidrot to ekonomisko dabu atsevišķi nodalot tekošos izdevumus, jo to uzskaitei nepieciešams izmantot atšķirīgas metodiskās pieejas. Vieniem izdevumiem nav nepieciešams izvērtēt laika faktora ietekmi, turpretī citiem to nepieciešams darīt lai salīdzinātu dažādā laika periodā gūtos ienākumus un veiktos izdevumus.

Meža apsaimniekošanas ekonomiskā efektivitāte katrai saimnieciskajai vienībai tiek noteikta pēc resursu nenoplicinošas izmantošanas normas vai pēc meža resursu naturālās un kapitāla vērtības.

Meža apsaimniekošanas pasākumu izdevumi mežaudžu kvalitātes paaugstināšanai (meža kapitālvērtības paaugstināšana) tiek attiecināti investīcijām kapitālvērtības paaugstināšanai. Lai aprēķinos ietvertu dažādos laikos gūtos ienākumus un izdevumus, plānošanā tiek izmantota diskontēšanas metode.

Lai novērtētu kapitālvērtības paaugstināšanas investīciju apjoma lietderību, nepieciešams aprēķināt investīciju atdeves indeksu (17):

$$I_K = \frac{\sum_{t=0}^{T} p.\varepsilon_{\partial}}{\sum_{t_0}^{T} K.\varepsilon_K} \quad (17)$$

*kur:*
*$I_K$ – investīciju atdeves indekss;*
*p – tīrie ienākumi, Ls;*
*K – visu meža apsaimniekošanas pasākumu kapitālieguldījumi;*
*$\varepsilon$ - diskontēšanas koeficients (atbilstošajai procentu likmei);*

Konkrētiem aprēķiniem un konkrētu mērķu sasniegšanai formula tiek detalizēta. Piemēram, mežaudžu rekonstrukcijas efektivitātes noteikšanai tiek izmantota sekojoša formula:

$$I_K = \frac{(C_2 - Pm_2)V_2 * \varepsilon_2 - (C_1 - Pm_1)V_1 * \varepsilon_2}{K * \varepsilon_K} \quad (18)$$

*Kur:*
*$C_2$ – atbilstošā tirgus vērtība uzlabotas kvalitātes sortimentiem, Ls;*
*$Pm_2$ – mežizstrādes un koksnes pievešanas un izvešanas izmaksas, Ls;*
*$V_2$ – Koksnes krāja pēc mežaudžu struktūras uzlabošanas (rekonstrukcijas), $m^3$;*
*$C_1$ – atbilstošā tirgus vērtība mežaudzei bez uzlabojumiem, Ls;*

*$Pm_1$ – mežizstrādes un koksnes pievešanas un izvešanas izmaksas, Ls;*
*$V_1$ – Koksnes krāja neuzlabotai mežaudzes struktūrai, $m^3$;*

Minētā efektivitātes kritērija iekļaušanai datu apstrādes programmā nepieciešama teritorijas GIS analīze, kura šajā projektā netika apskatīta.

Meža apsaimniekošanas ekonomiskās plānošanas optimizācijas uzdevumu realizēšanai nepieciešams izvērtēt sekojošus savstarpēji saistītus jautājumus:

- Mežaudžu taksācijas rādītāju uzlabošanas pamatojums;
- Meža kapitāla atdeves paaugstināšanai nepieciešamo investīciju apjoma novērtējums, atbilstošu normatīvo dokumentu sagatavošana. Normatīvi atkarīgi no saimniecībai izvirzīto mērķu realizēšanas, meža izmantošanas apjomu saglabāšanas vai paaugstināšanas;
- Koksnes resursu pieprasījuma- piedāvājuma attiecību perspektīvs izvērtējums, dabas aizsardzības prasību ievērošana;
- Daudzfunkcionālas meža resursu izmantošanas scenāriju izvērtējums dažādos ekonomisko (finansu) ierobežojumu apstākļos.

Meža apsaimniekošanas plānošanas optimizēšanai ieteicams izmantot modificētu investīciju atdeves koeficientu *($I_k$)* ietverot sekojošus ierobežojumus:

$$\sum_{i=1}^{n} L_i \geq \sum_{i=1}^{n} D_i \; ; \qquad (19)$$

$$F_f \geq F_i \; ;$$

$$\sum_{k=1}^{n} c_f \geq \sum_{k=1}^{n} c_n \; ;$$

*Kur:*
*$L_i$ – vienmērīgs meža izmantošanas apjoms i-tajam produkcijas veidam;*
*$D_i$ – i- tā produkcijas veida pieprasījums;*
*$F_f$ un $F_i$ – faktiskie un normatīvie izdevumi;*

Aprēķinos iekļauta investīciju atdeves koeficients, kurš norāda uz attiecību starp kopējiem ienākumiem un kopējām izmaksām. Šis rādītājs parādīts tabulā Kapitālvērtības periodu plāni, apzīmēts ar „B/C”

Optimizācijas aprēķini tiek veikti atbilstoši lietotāja izvēlētajam apskatāmajam periodam. Ieteicams izvēlēties 20-30 gadu laika periodu.

Meža apsaimniekošanas iekšējā atdeve tiek raksturota ar koeficientu IRR (iekšējā atmaksāšanās likme). Šī likme tiek aprēķināta katram plānošanas periodam un visam plānošanas posmam kopā. Šis rādītājs parādīts tabulā Kapitālvērtības periodu plāni, apzīmēts ar „IRR”

## *4.2. Meža apsaimniekošanas plānošana par mērķi izvirzot noturīgu tīro ienākumu profilu:*

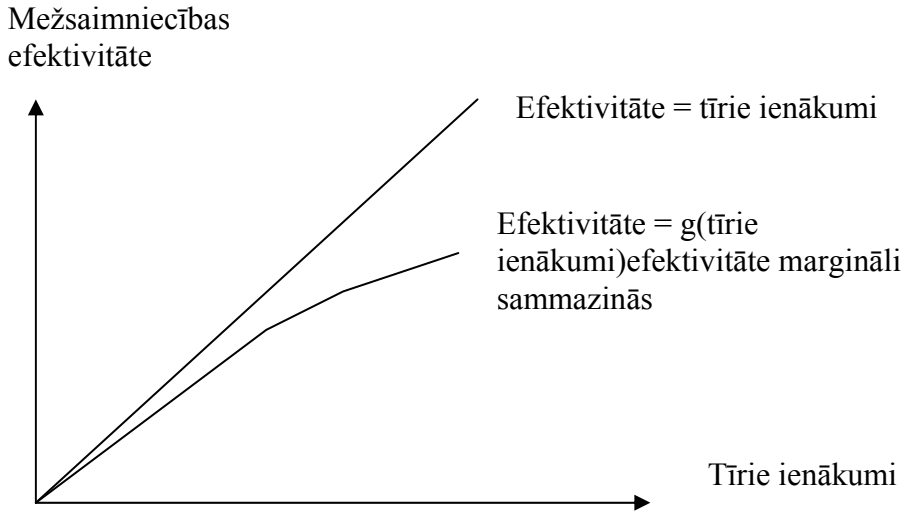
Zviedru mežzinātnieki secinājuši, ka mežierīcības plānošana, kas dod augstu mežsaimniecības efektivitātes koeficientu, ir kompromiss starp augstu tīro tagadnes vērtību, tas ir augstu ienākumu un izmaksu pašreizējā laika ekvivalentu tīro vērtību, un saprātīgu tīro ienākumu sadali laika gaitā (noturīgs tīro ienākumu profils)( Jonsson B, Jacobsson J Kallur H 1992.).

Iemesli, kādēļ nepieciešams noturīgs tīro ienākumu profils balstās uz šādiem apstākļiem:

1. Meža apsaimniekošana saistās ar meža īpašnieka un sabiedrības uzlikto uzdevumu pildīšanu un interešu ievērošanu, tāpēc vispiemērotākā ir nepārtrauktas un ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas īstenošana saglabājot noturīgu relatīvo meža vērtību (Markuss R. 1967; Brundtland, G.H. 1987.). Mežsaimniecībā iegūto tīro ienākumu plūsmai jābūt noturīgai ar līdzsvarotu vērtību, kas iegūta sabalansētas ienākumu gūšanas rezultātā. To varētu saukt par "noturīgas ienākumu gūšanas argumentu".
2. Tādi faktori kā procentu likmes un koksnes cenas atspoguļo finansu plūsmu teorētiskā veidā, bet tieši nav saistītas ar noturīgu tīro ienākumu modeli. Šo faktoru izmantošana ienākumu gūšanas aprēķinos varētu tos padarīt līdzsvarotākus. Saimniecībā piemērojamo procentu likmju un koksnes cenu nozīmīgums faktiski var būt atkarīgs no tās vienības nozīmīguma, uz kuru tas tiek attiecinātas (Walker, 1971; Johnson & Scheurmann, 1977; Lappi & Siitonen, 1985). Pat tad, ja modelis būtu pilnveidots, neadekvāti atspoguļoti faktori vienmēr saglabāsies. To var saukt par "primitīvā modeļa argumentu".

Mežierīcības teorija bieži vien saistīta ar normāla vai nepārtraukti augoša meža apsaimniekošanu, kuram raksturīga vienmērīga vecumklašu struktūra. Līdz ar to tiek uzskatīts, ka meža apsaimniekošanā reālajam mežam jācenšas sasniegt normālā meža stāvoklis un normālā meža vecumklašu struktūra. Apsaimniekojot optimāli izveidotu normālu mežu, konflikts starp augstu tīro tagadnes vērtību un noturīgiem tīrajiem ienākumiem izpaliek. Tomēr, normālais mežs ir sastopams ļoti reti vai gandrīz nekad. Vienmēr jāpatur prātā, ka vienas un tās pašas sugas mežaudzēm ar vienādu platību un vienādām krājām var būt atšķirīgas vērtības ( R.Markuss 1967). Līdz ar to bilancspējīgā stratēģiskās plānošanas modelī ir jāparedz attiecība starp tīro tagadnes vērtību un noturīgu tīro ienākumu profilu. Viens no veidiem, kā noturīgu tīro ienākumu profilu atspoguļot modelī, ir atteikties no tiešas tīro ienākumu diskontēšanas, bet drīzāk gan diskontēt tīro ienākumu funkciju.

Ja lēmuma pieņēmējs no vienmērīgā tīro ienākumu profila un nevienmērīgā profila veidošanas izvēlas pirmo, viņš iegūs tīros ienākumus pārvietojot no periodiem ar lieliem tīrajiem ienākumiem, uz periodiem ar zemiem tīrajiem ienākumiem. Tas savukārt norāda, ka tīro ienākumu robežkoeficients samazinās (12. att.).




*12. attēls.* Shematiskā attiecība starp efektivitātes koeficientu un tīrajiem ienākumiem gadā

Tiek pieņemts, ka attiecība starp mežsaimniecības efektivitātes koeficientu un tīrajiem ienākumiem ir tā viendabīgā funkcija, citiem vārdiem sakot, tīro ienākumu pieaugums par X% efektivitātes koeficientu palielinās par Y% neatkarīgi no tīro ienākumu nozīmības. Tiek arī pieņemts, ka attiecības starp meža apsaimniekošanas efektivitātes koeficientu un tīrajiem ienākumiem var atspoguļot kā nepārtrauktu izliektu funkciju.

Vienkārša funkcija, kas apmierina šos pieņēmumus, ir sekojoša:

$$u(N) = c * N^b \qquad (20)$$

*kur:*
*c - konstante (c>0);*
*b- efektivitātes konstante intervālā 0<b≤1;*
*N - tīrie ienākumi;*
*U(n) – tīro ienākumu robežkoeficients*
*Funkcija u(N) ir šāda diferenciālvienādojuma rezultāts:*

$$u'(N) = b\frac{u(N)}{N} \qquad (21)$$

Tas nozīmē, ka šādā veidā aprēķinātais tīro ienākumu robežkoeficients ir proporcionāls tīro ienākumu galīgajam koeficientam. Jo *b* vērtība ir zemāka, jo efektivitātes robežkoeficients samazinās ievērojamāk. Ja *b* vērtība ir augstāka, tad funkciju iespējams izmantot tīrās tagadnes vērtības aprēķināšanai (un *b* ir mazāks par 1), variantu vērtība ar vienmērīgu tīro ienākumu plūsmu laika gaitā mainīsies uz pozitīvo. Jo mazāka *b* vērtība, jo izteiktāka

būs šī darbība. Lēmumu pieņēmējs var pētīt atšķirību starp vienmērīgumu un augstu tīro tagadnes vērtību, mainot *b* vērtību.

Ikvienu mežierīcības modeli H Є A var attiecināt uz tīro ienākumu plūsmu, laikā *N(t), "A"* apzīmē iespējamo apstrādes variantu kopumu. Plānošanas uzdevums ir atrast tādu meža apsaimniekošanas modeļa *H* vērtību, lai iegūtu maksimāli augstu meža apsaimniekošanas efektivitātes koeficientu. Tādējādi mežierīcības plānošanas problēmai var piemērot šādu matemātisko formulu:

max *U,* kur H Є A (22)

$$U = \int_0^\infty e^{-rt} * u(N_H(t))dt = \int_0^\infty e^{-rt} * c * \left[N_H(t)\right]^b dt$$

kur:
*U – mežsaimniecības efektivitātes koeficients;*
*u - efektivitātes funkcija;*
*t - laika periods;*
*r – procentu likme.*
*$N_H(t)$ - tīrie ienākumi no meža apsaimniekošanas modelim H laika periodā t.*

Zviedrijā tiek izmantots determinēts modelis(22), kurā meža (ražošanas sistēmas) stāvokli un attīstību telpas punktā *s* un laikā t nosaka, izmantojot vienīgi sākotnējo stāvokli *I(s,0)* un meža apsaimniekošanas modeli *H(s).* Meža apsaimniekošanas modelis *H(s)* ir realizētais modelis laika gaitā, ko nosaka iepriekš un ko piemēro punktam *s,* g ir funkcija, kas raksturo meža stāvokļa attīstību.

Meža stāvokli laikā *T* izsaka:

$$\mathrm{I(s,T)} = \mathrm{I(s,0)} + \int_0^{\mathrm{T}} g(H(s), I(s,t))dt \qquad (23)$$

Vispārējais modelis ir šāds:

(24)

$$U = \int_0^\infty e^{-rt} * c * (N_H(t))^b dt =$$

$$= \int_0^\infty e^{-rt} * c * \left\{ \int_S \int_X a(x,t) * f\left[x,t,H(s),I(s,t)\right] dx ds \right\}^b dt$$

*kur:*
*S - meža saimniecības platība, ha;*
*x - produkta (galaprodukcijas) veidi vai ražošanas līdzekļi (ieguldījumi);*
*a(x,t) - funkcija, kas atspoguļo cenu x laika t;*

*f – plānošanas modeļa funkcijas un meža stāvokli raksturojošs rādītājs, funkcija ļauj noteikt izdevumus x vai ieguldījumus x patēriņu brīdī t;*
*H(s) - meža apsaimniekošanas modelis, kuru laika gaitā piemēro punktam s;*
*I(s,t) meža stāvoklis (ražošanas sistēma) brīdī s un laika t.*

Šo vispārīgo modeli pārveido par modeli, kuru piemēro praksē. Tas veido meža pamatprodukcijas (koksnes ražošanas) plānošanas pamatsistēmu, tā dēvēto mežierīcības plānošanas dokumentāciju (Jonsson, 1978, 1982).
Pirmais solis šajā virzienā ir tas, ka meža apsaimniekošanas plānošanu veic nevis nepārtraukti bet gan noteiktos laika intervālos, piemēram, piecgadēs. Turpmāk tiek ieviestas nošķirtas x-vērtības. Tiek pieņemts, ka visi datu apstrādē un produktu veidā iegūtie rezultāti, kas reāli iestājas jebkurā brīdī piecu gadu laikā, koncentrējas uz perioda vidējo laiku*($t_p$)*.
Līdz ar to modelis iegūst šādu formu:

$$U = \sum_{p=1}^{\infty} e^{-rt_p} * c * \left\{ \int_S \sum_x a_{xp} * f\left[x, t_p, H(s), I(s,t_p)\right] ds \right\}^b \qquad (25)$$

*kur:*
*p - 5-gadu periods, p=l, 2, ...*
*$t_p$ – vidējais perioda slieksnis-2.5+5 p*

Šajā izteiksmē no meža saimniecības periodā *p* iegūtie tīrie ienākumi ir izteikti ar integrāli.
Iegūstamās koksnes apjoms tiek izteikts kā atsevišķo nogabalu koksnes krājas vērtību summa. Katra meža nogabala vērtība atkarīga no dažādu ārēju faktoru ietekmes. Pie šiem faktoriem pieder sugu sastāvs, mežaudzes atrašanās vieta, kvalitāte. Nogabali tiek grupēti ar līdzīgu ārējo faktoru ietekmi, tie tiek sadalīti saimnieciskajās vienībās.

Lai optimatizētu ekonomisko pieeju atsevišķam nogabalam jāpiemēro transakciju vērtēšanas metodes, respektīvi savstarpēji jāattiecina līdzīgās īpašības (koksnes kvalitāte, krāja, saimnieciskais rīkojums u.c.). Nepieciešams veikt nogabalu vērtību grupēšanu analizējot to telpisko atrašanās vietu. Šī iemesla dēļ tiek ieviesta vēl viena telpiskā koncepcija, tiek izveidots lauks, kas tādējādi kļūst par saimniecisko vienību.

Meža attīstības prognozēm tiek izmantoti atskaitē "Saimniecisko rīkojumu periodu plāns" dati, kuru vērtības tiek iegūtas summējot visu nogabalu finansu plūsmu. Nepieciešams atrast tādu meža apsaimniekošanas modeli H, kas dod maksimālu mežsaimniecības efektivitātes koeficientu U:

$$U = \sum_{p=1}^{\infty} e^{-rt_p} * c * \left\{ \sum_{i=1}^{M} q_i \sum_{j=1}^{Ni} \sum_{x=1}^{k} a_{xp} * f(x, t_p, H_i, I_{ijt_p}) \right\}^b \qquad (26)$$

*kur:*
*i – saimnieciskā vienība;*
*M – saimnieciso vienību skaits;*
*j – nogabals;*

*Ni – saimnieciskajā vienībā ietilpstošo nogabalu skaits;*
*Hi – saimnieciskās vienības apsaimniekošanas modelis, visam īpašumam datu apstrādes variants tiek iegūts kombinējot atsevišķu saimniecisko vienību apstrādes verioantus;*
*Iij – meža stāvoklis saimnieciskajā vienībā.*

Programmas prototips sevī iekļauj noturīga tīro ienākumu profila un kapitālvērtības attiecības analīzi pie dažādām procentu likmēm. Mainot procentu likmi mainās optimālais tīro ienākumu profils. Aprēķinot mežaudžu sagaidāmo vērtību un to diskontējot uz pašreizējo brīdi tiek noteikta sagaidāmo periodu kapitālvērtība. Salīdzinot kapitālvērtības ir iespējams noteikt optimālos ikgadējos ciršanas apjomus. Pašreiz izstrādātā programmas prototipa versija sniedz iespēju salīdzināt plānošanas variantus „manuāli". Šis cikls nav pietiekami automatizēts.

# 5. Programmas prototipa datubāzes instalācija

**Tabulu telpas izveidošana failusistēmā:**
Direktorijā „C:\Program Files\PostgreSQL\8.0\data\" jāizveido jaunu direktoriju „meexspace", kur automātiski izmantojot NTFS tiesību mantošanas noklusēto iespēju, direktorijai „meexspace" piešķiras READ/WRITE tiesības sistēmas lietotājam postgresql!

Programmmas prototipa datubāzes dati atradīsies šajā jaunizveidotajā tabultelpā!!!
C:\Program Files\PostgreSQL\8.0\data\meexspace

**Datubāzes grupas „meexgroup" un lietotāja „meexuser" izveidošana:**

C:\Program Files\PostgreSQL\8.0\bin>psql.exe -U postgres template1
Password:
*Welcome to psql 8.0.6, the PostgreSQL interactive terminal.*

*Type: \copyright for distribution terms*
*\h for help with SQL commands*
*\? for help with psql commands*
*\g or terminate with semicolon to execute query*
*\q to quit*

*Warning: Console code page (775) differs from Windows code page (1257)*
*8-bit characters may not work correctly. See psql reference*
*page "Notes for Windows users" for details.*

template1=#

CREATE GROUP meexgroup;
CREATE USER meexuser PASSWORD 'meexpassword' CREATEDB VALID UNTIL 'infinity';
ALTER GROUP meexgroup ADD USER meexuser;

**Tabultelpas „meexspace" norādīšana postgresql serverim:**
CREATE TABLESPACE meexspace OWNER meexuser LOCATION 'C:\\Program Files\\PostgreSQL\\8.0\\data\\meexspace';

**Datubāzes „meexbase" izveidošanas postgresql serverim:**
`CREATE DATABASE meexbase WITH OWNER = meexuser ENCODING = 'LATIN7' TABLESPACE = meexspace;`

**Datubāzes struktūras importēšana no *meexbase_2006_x_x_s.sql* faila0**
\c meexbase;
\i 'C:\\INSTALL\\MeEx_INSTALL\\meexbase_2006_01_16_s.sql';

**Datubāzes primāro datu importēšana no *meexbase_2006_x_x_adD.sql* faila**
\i 'C:\\INSTALL\\MeEx_INSTALL\\meexbase_2006_01_16_adD.sql';

# LITERATŪRA

1. An Analysis of the Timber Situation in the United States :1989-2040, 1990. United States Department of Agriculture, 267.
2. Kant S., Lee S., 2004. A social Choice Approach to sustainable Forest Management: an Analysis of multiple Forest Values in Northwestern Ontario. In: Forest Policy and Economics 6(2004) 215-227.
3. Klemperer W.D. Forest Resource Economics and Finance. 1996.McGraw-Hill, Inc.
4. Markus R. 1967. Ostwald's relative Forest Rent Theory. Munchen: Bayersche Landwirtschaftsverlag, p.128.
5. Pearse P. H. 1990.Introduction to Forestry Economics.Vancouver : Unversity of British Columbia Press.
6. Pertz K. 1983.Grenzen einer marktwirtschaftlichen Interpretation der Fortwirtschaft|| Forstarchiv ,No4, pp.147-152.
7.Speidel G.1984. Forstliche . Betriebswirtschaftslehre. Hamburg and Berlin: Verlag Paul Parey.S. 226.
8. Моисеев Н.А. 1980. Воспроизводство лесных ресурсов.М: Лесная промышленность. 203 с.
9.Dubrovskis, D. 2001. Kā racionāli vērtēt augošu koku. Baltias Koks 10 (18): 54-55.
10. Ozoliņš, R. 2002. Forest stand assortment structure analysis using mathematical modelling. Metsanduslikud uurimused XXXVII: 33-42.
11. Нормативы для таксаций леса Латвийской ССР. 1988. Рига.
12. Jonsson B, Holm S & Kallur H, A forest inventory method based on density-adaptedcircular plot size. Scand.J.For.res.7, pg 405-421. 1992.
13. Jonsson B, Jacobsson J Kallur H, The forest Management Planinng Package Theory and application. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry Upssala, Sweden 10 57pg.1992.
14. Brundtland, G.H. Our common future. World Commission on Environment and Development. Oxford University 383pg. 1987.