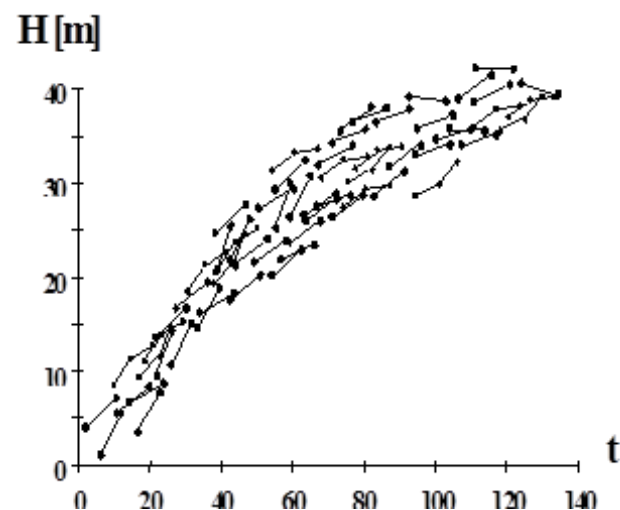


Mežaudžu augšanas gaitas un pieauguma noteikšana

17.01.2014.

J.Donis

LVMI «Silava»



Prezentācijas aprises

- Problēmas pamatnostādnes
- Pētījumu mērķis
- Materiāls un metodika
- Rezultāti
- Turpmākās darbības

Problēmas pamatnostādnes

- Informācija par mežu stāvokli pašreiz:
 - Meža statistiskā inventarizācija (MSI),
 - Meža valsts reģistrs (MVR),
 - Attālās izpētes dati
 - Satelītattēli
 - Ortofotoattēli
 - LIDAR, Radar
 - U.c.
 - Atšķirīga informācijas detalizācijas pakāpe, precizitāte un noteiktība telpā un laikā

- Normatīvi nosaka:
 - Valdošās koku sugas **bonitāti** atkarībā no valdošās koku sugas koku vidējā augstuma un vecuma
 - Mežaudzes **normālo šķērslaukumu** atkarībā no valdošās koku sugas koku vidējā augstuma (m^2/ha) pilnas biezības (biezība 1,0) mežaudzēs
 - Mežaudzes koku **normālo skaitu** atkarībā no valdošās koku sugas koku vidējā augstuma (gab./ha) pilnas biezības (biezība 1,0) mežaudzēs
 - **Minimālo** un **kritisko** šķērslaukumu/ koku skaitu
 - **Veidaugstumu** atkarībā no koku sugas un augstuma.
 - MVR audžu taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļi (D_{vid} , H_{vid} , G) I un II stāvam pēc stāva valdošās sugas (no 10-25 gadu krūšaugstuma vecuma).

Ko reglamentē bonitāte

- Atbilstoši bonitātei tiek noteikts
 - Galvenās cirtes vecums
 - Galvenās cirtes caurmērs
- Atbilstoši augstumam tiek noteikts
 - Normālais šķērslaukums
 - Minimālais šķērslaukums un
 - Kritiskais šķērslaukums

Kāds ir stāvvoklis pašreiz

- Bonitātes Orlova (1911) koriģēts 1931
 - Sēklaudži
 - Atvasāji
 - Vienota sistēma visai Krievijas impērijai/PSRS
 - LV lieto kopš 1986. gada.
 - ātraudzīgajām sugām kopš 2013.g.
- Bonitātes pēc normālu audžu augšanas gaitas tabulām 1924.g.
 - P,E,B,A,M (Ba)
 - kombinēts no Prūsijas un Sanktpēterburgas guberņas (Krievija) datiem (19.gs. dati)
- Normālais šķērslaukums (Tretjakovs, 1933)
 - Pa sugām un vidējā augstuma
 - Izstrādāts Krievijas Ziemeļrietumu apgabaliem

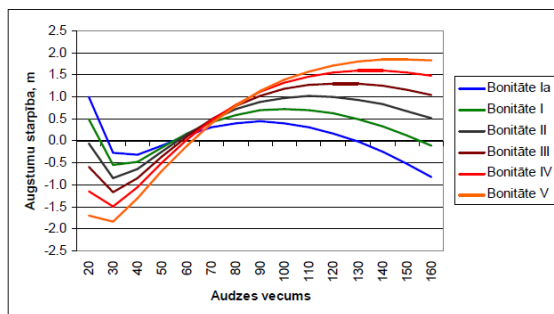
Problēmas pamatnostādnes

- Kāpēc vajadzīgi pētījumi par mežaudžu augšanas gaitu un kāda tam saistība ar meža apsaimniekošanu un meža kapitālvērtības palielināšanu Latvijā?
- Ja mežu vēlamies apsaimniekot mērķtiecīgi un ilgtspējīgi, ir nepieciešamas **zināšanas** par to kā mežs attīstās un kā saimnieciskā darbība ietekmē tā attīstību

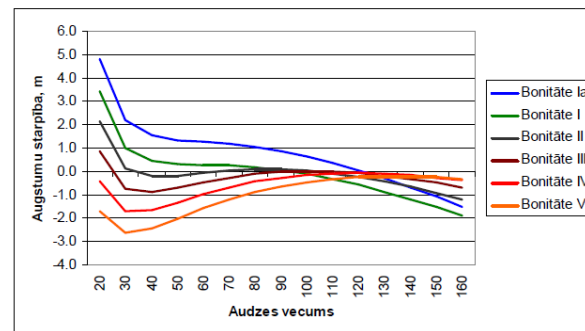
Mežaudžu augšanas gaitas modelēšanas skolas Latvijā

- **Nav izstrādāta vienota, vispāratzīta mežaudžu augšanas gaitas teorija**
- R.Sacenieks, J.Matuzānis, J.Bisenieks (Asmana krājas līmeņa teorija un dab., opt., krit. šķērslaukuma teorija)
 - Virsaugstuma bonitātes **priedei** (Matuzānis, Tauriņš, 1973, Ģērķis, 1976, **eglei** (Matuzānis, Tauriņš, 1970, Bisenieks, 1974), **bērzam** (Tauriņš, 1968) un **apsei** (Rubenis, 1979)
 - Optimālu audžu augšanas gaitas modeļi (P, E, B)
 - Papildinātie norādījumi par kopšanas cirtēm Latvijas PSR mežos (1985)
 - **Audžu taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļi (1983)**
- Prof. P.Zālītis, J.Jansons (Eihorna teorija)
 - **Mērķtiecīgi izveidotu kokaudžu augšanas gaitas modeļi**
- Prof. I.Liepa (diferenciālvienādojumu teorija un audzes reakcijas novērtēšanas teorija)
 - Pieaugumu mācība (**stumbra tilpumi**, audžu krājas, veidaugstumi, **pieaugumi**)
- R.Ozoliņš, D.Dubrovskis
 - **Stumbra veidules, koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm (2002)**

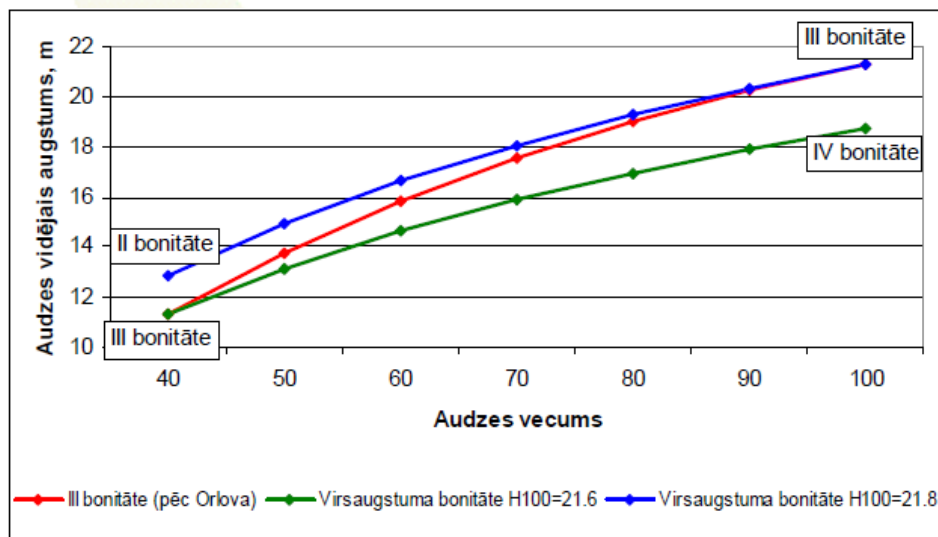
“Orlova bonitāte” vs virsaugstuma bonitāte (Matuzānis 1986)



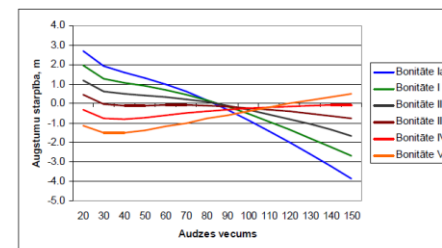
1.1.9.att. Priežu audzes vidējo augstumu starpība starp Orlova bonitāšu skalas aproksimāciju un vidējo augstumu aprēķinātu no Hdom pēc H100 virsaugstuma bonitātes



1.1.12.att. Egļu audzes vidējo augstumu starpība starp Orlova bonitāšu skalas aproksimāciju un vidējo augstumu aprēķinātu no Hdom pēc H100 virsaugstuma bonitātes

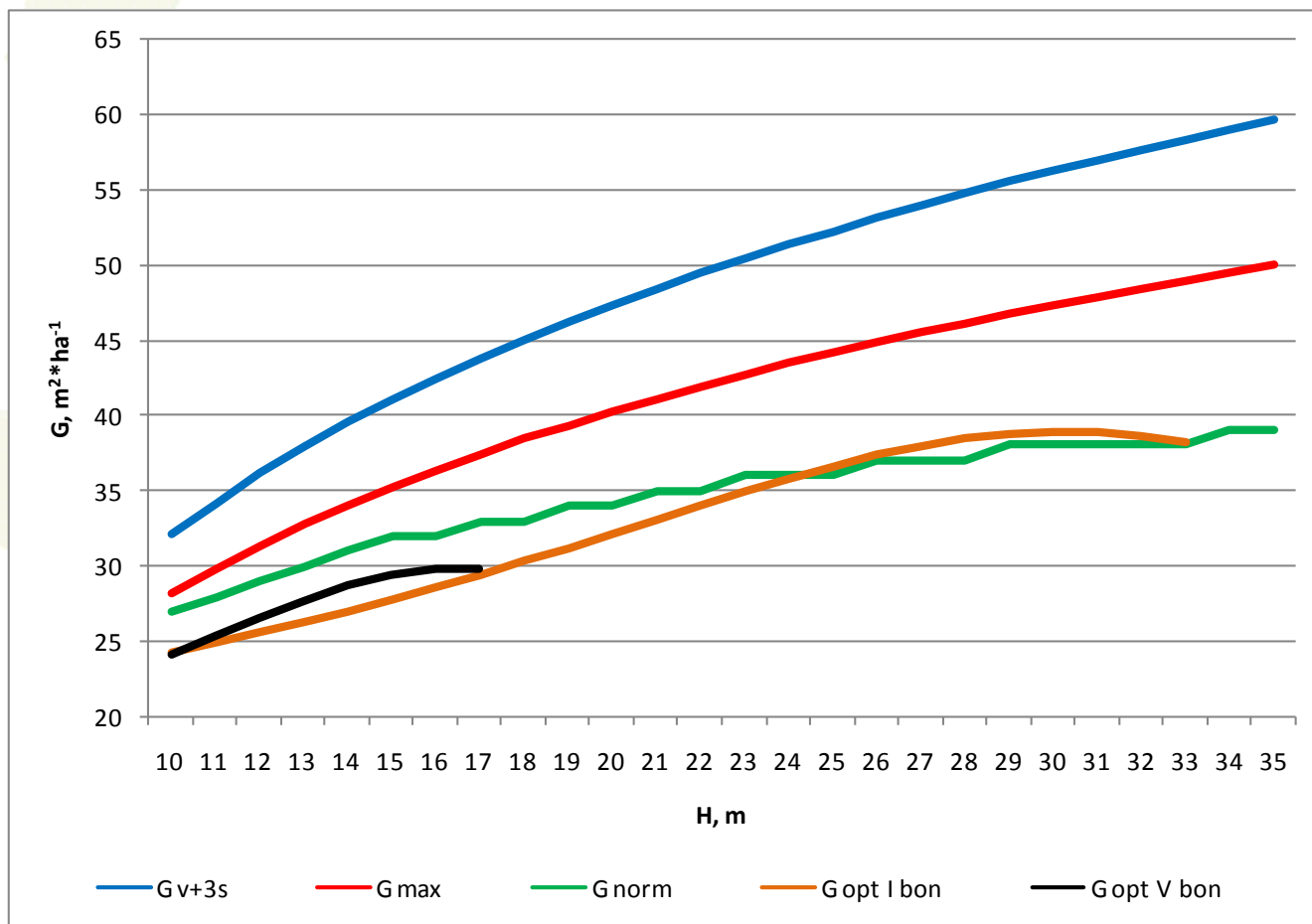


1.1.10.att. III bonitātes pēc Orlova bonitāšu skalas un virsaugstuma bonitātes H22 sakarība

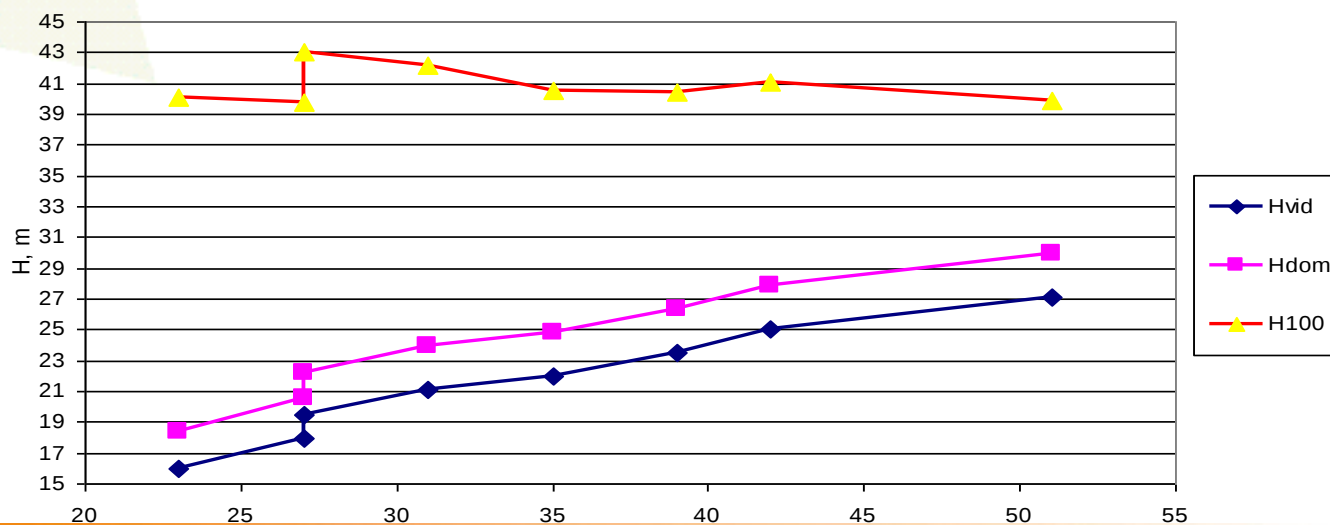
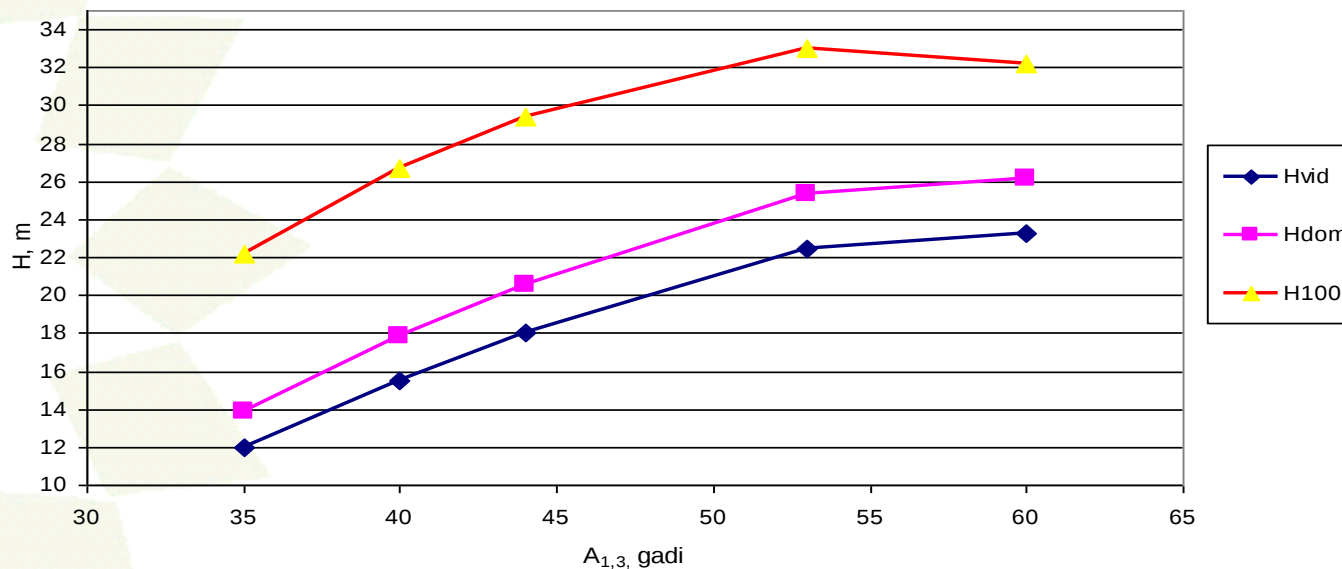


1.1.14. Bērzu audzes vidējo augstumu starpība starp Orlova bonitāšu skalas aproksimāciju un vidējo augstumu aprēķinātu no Hdom pēc H100 virsaugstuma bonitātes

Dažādu šķērslaukuma rādītāju sakarības



Egļu audzes attīstības gaitas raksturojums



Atsevišķa koka tilpums Liepa, 1996 vs Ozoliņš, 2002

1.3.1. tabula

Aprēķināto tilpumu atšķirības (Ozoliņš, 1997 un Liepa, 1996) Priede

Starpība % (Ozoliņš 100%)		H, m														
d		8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0
8		-0	1	2	3											
12		-7	-4	-3	-1	-0	1									
16			-8	-6	-4	-3	-1	-1	0							
20				-8	-6	-5	-3	-2	-1	-0	0	1				
24				-11	-8	-6	-5	-3	-2	-1	-0	0	1	1		
28				-12	-10	-7	-6	-4	-3	-2	-1	-0	1	1	2	2
32					-11	-9	-7	-5	-4	-2	-1	-0	0	1	2	2
36					-12	-10	-7	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2	2
40						-10	-8	-6	-5	-3	-2	-1	0	1	1	2
44							-11	-9	-7	-5	-4	-3	-1	0	1	2
48							-10	-8	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2
52							-10	-8	-6	-5	-3	-2	-1	0	1	2
56								-8	-7	-5	-3	-2	-1	0	1	2
60										-5	-4	-2	-1	0	1	2

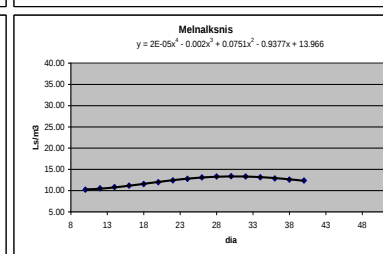
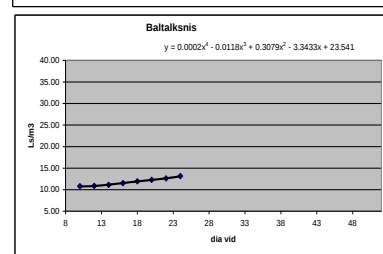
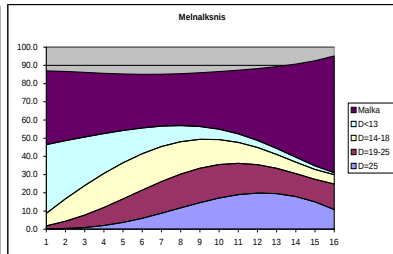
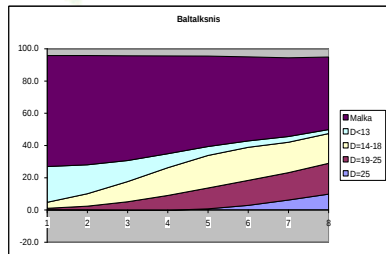
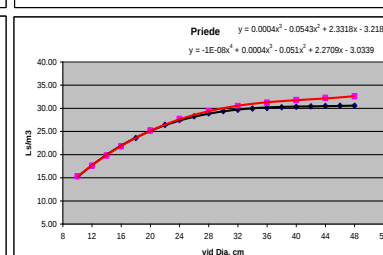
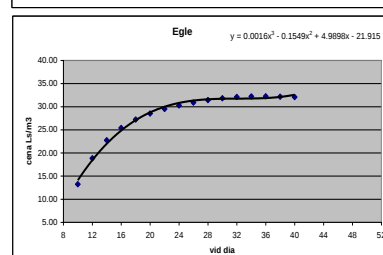
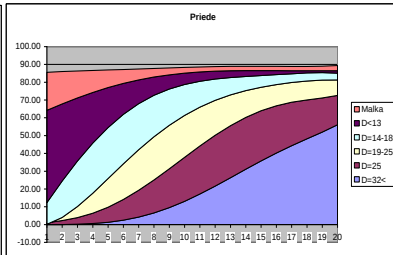
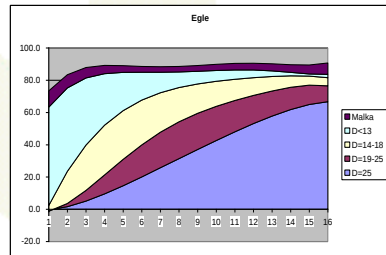
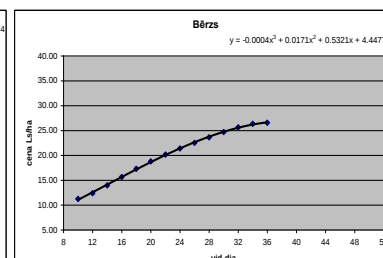
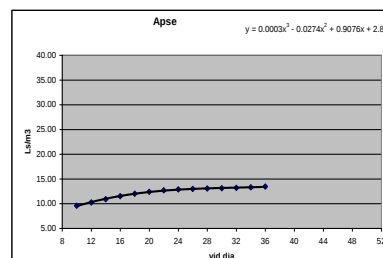
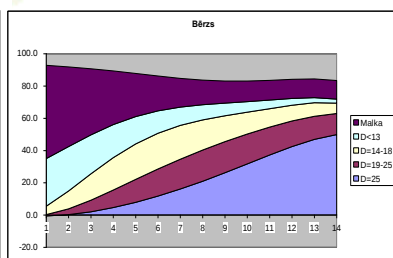
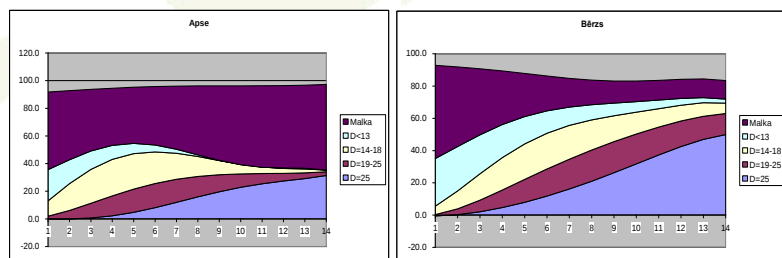
1.3.2. tabula

Aprēķināto tilpumu atšķirības (Ozoliņš, 1997 un Liepa, 1996) Egle

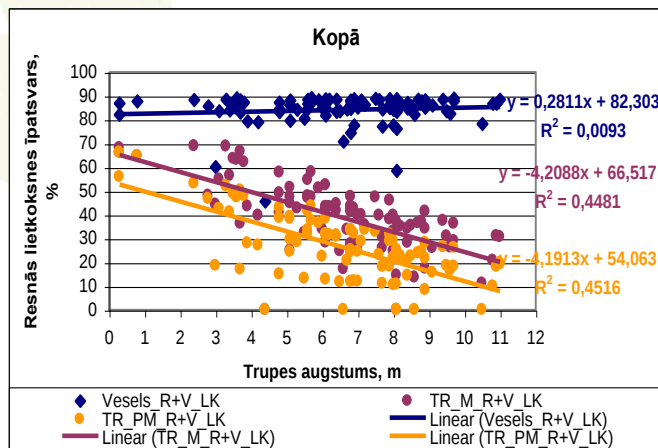
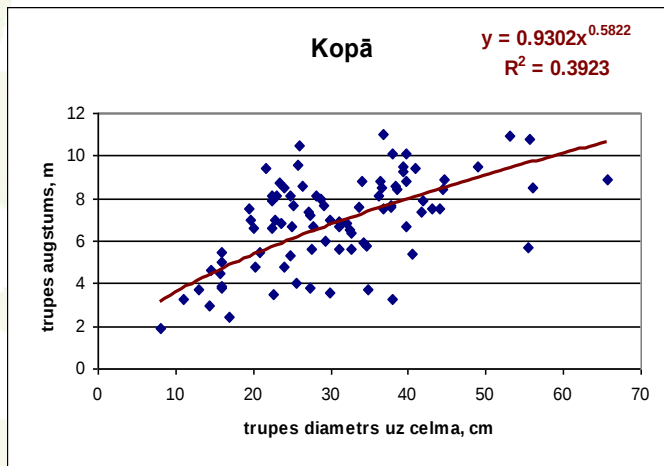
Starpība % (Ozoliņš 100%)		H, m														
d, cm		8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0
8		12	20	27												
12		-8	-1	6	11	16	21	25								
16			-13	-7	-1	4	8	12	16	19						
20				-16	-10	-5	-1	3	7	11	14	17				
24					-17	-12	-7	-3	0	4	7	10	13	16		
28					-22	-17	-13	-9	-5	-1	2	5	8	11	13	16
32						-21	-17	-13	-9	-6	-2	1	4	6	9	12
36							-21	-17	-13	-9	-6	-3	-0	3	5	8
40								-20	-16	-13	-9	-6	-3	0	2	5
44									-23	-19	-15	-12	-9	-6	-3	2
48										-21	-18	-15	-11	-9	-6	0
52											-20	-17	-14	-11	-8	-3
56												-19	-16	-13	-10	-5
60													-18	-15	-12	-6

Sortimentācijas modeļu atbilstība, t.sk., koksnes vainu un kvalitātes novērtējuma pārbaude

(Kenstavičus
and Kuliešis, 1983, 1987) Aproximēja J.Donis



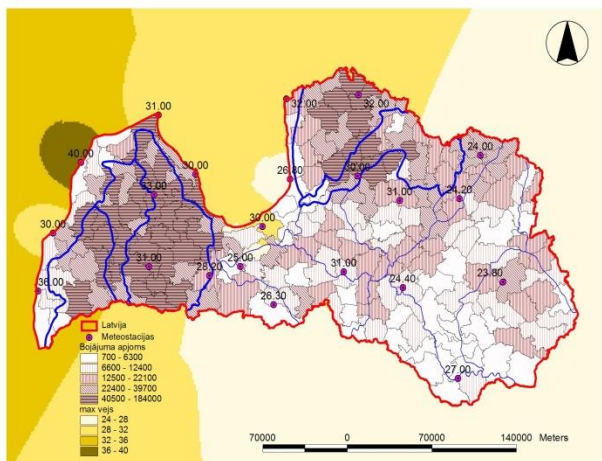
Trupes izplatība egles stumbrā



LVM finansēta projekta dati

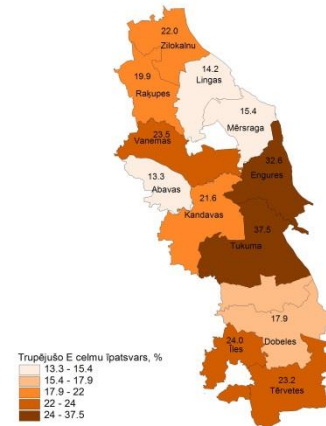
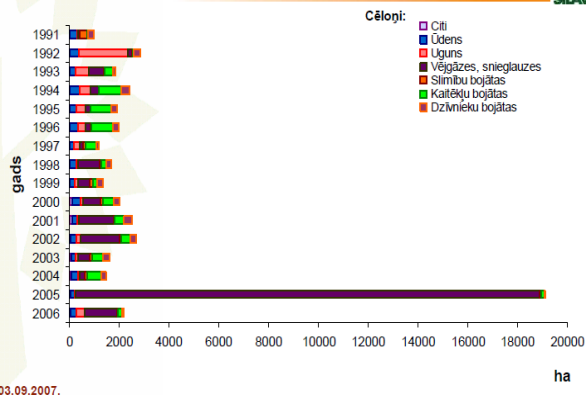


- Problēmas būtība
 - Risks un riska faktori telpā un laikā ir atšķirīgi



Pēc VMD datiem

Bojā aizgājušās audzes laika
periodā no 1991.g. līdz 2006.g.



A. Šmits

T. Gaitnieks

Meža resursu attīstības novērtējums (koksnes un nekoksnes resursi)

2.1. Sortimentācijas modeļa uzlabošana
2.2. Koku pilnas (virszemes) biomasas modeļu izstrāde nozīmīgākajām koku sugām
2.3. Mežaudzes C satura aproksimācijas modeļu izstrāde
2.4. Bonitēšanas sistēmas (dabisko augšanas rindu) (P, E, B, A) aproksimācija
2.5. Mērķtiecīgi (intensīvi) koptu jaunaudžu (P, E, B, A) augšanas gaitas aproksimācija
2.6. Novēloti koptu audžu (P, E, B, A) augšanas gaitas aproksimācija
2.7. Dabiskai attīstībai atstātu audžu attīstības modeļa (P, E, B, A) aproksimācija
2.8. Lauksaimniecības zemēs ierīkoto jaunaudžu (P, E, B, A) augšanas gaitas aproksimācija
2.9. Plantāciju tipa audžu attīstības modeļa (P, E, B, A) aproksimācija
2.10. Ar selekcionētu reproduktīvo materiālu atjaunotu jaunaudžu (P, E, B, A) augšanas gaitas aproksimācija
2.11. Modeļu izstrāde meliorācijas sistēmu renovācijas ekonomiskā efekta un meža vides izmaiņu prognozēšanai
2.12. Ar nekailciršu metodēm (pakāpeniskās cirtes, izlases cirtes) (P, E, B, A) augšanas gaitas aproksimācija
2.13. Ekoloģisko koku, sēklas koku (P, E, B, A) augšanas gaitas aproksimācija
2.14. Atmiršanas modeļa aproksimācija
2.15. Dabiskās atjaunošanās un iesaigšanas modeļa izveide (P, E, B, A) aproksimācija
2.16. Citu pasūtītāju (interesu grupu) piem., ar dabas aizsardzību saistīto definēto rādītāju attīstības modeļa aproksimācija
2.17. Citu pasūtītāju (interesu grupu) piem., mežsaimniecības meža izstrādes/ tālākās pārstrādes mijiedarbības definēto rādītāju attīstības modeļa aproksimācija

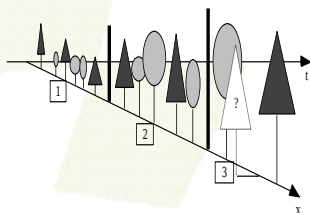
Problēmas pamatnostādnes

- Mežaudžu un meža koku stāvokli nākotnē vai izmaiņas kopš iepriekšējās novērtēšanas var prognozēt izmantojot:
 - Empīriskos modeļus
 - Uz procesiem balstītos modeļus (piem., vielu aprite, augu fizioloģija utt.)
 - Hibrīdos modeļus

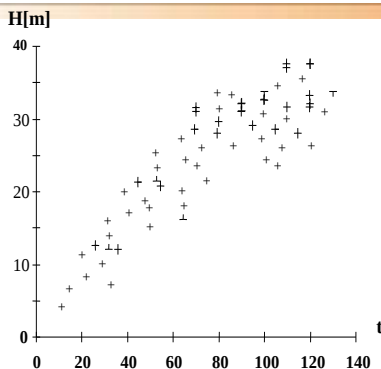
Problēmas pamatnostādnes

- NAV ideāla modeļa, kas derētu visiem gadījumiem un vajadzībām
- Empīriskie modeļi meža apsaimniekošanas vajadzībām pēc detalizācijas pakāpes:
 - Audzes līmeņa
 - Diametra sadalījuma
 - Izmēru klašu
 - Individuāla koka (telpiskie un netelpiskie)

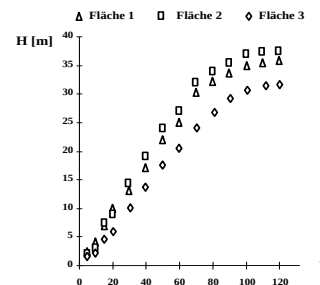
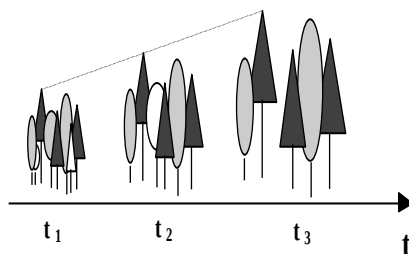
Dati mežaudžu attīstības prognozēšana



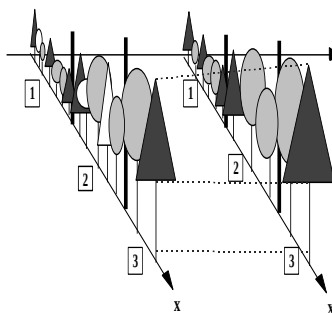
“Laika
aizvietošana
telpā” (Cross
sectional Study)



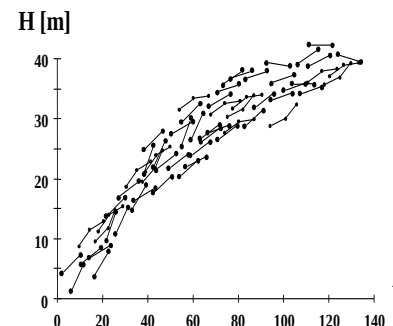
Laika skala



Ilglaicīgie
PL



Intervālu
PL



Problēmas pamatnostādnes

- Modeļu izmantošanas jomas:
 - Audzes ražības novērtēšanai
 - Audzes struktūras novērtēšanai;
 - Mežkopības alternatīvu izvērtēšanai;
 - (Inventarizācijas datu aktualizācijai)
 - (Saimnieciskās darbības regulēšanai);
 - Utt.

Pētījumu mērķis

- Izstrādāt kokaudžu augšanas gaitas un pieauguma noteikšanas modeļus stratēģiskai meža resursu izmaiņu prognozēšanai

Augšanas gaitas prognožu modeļi

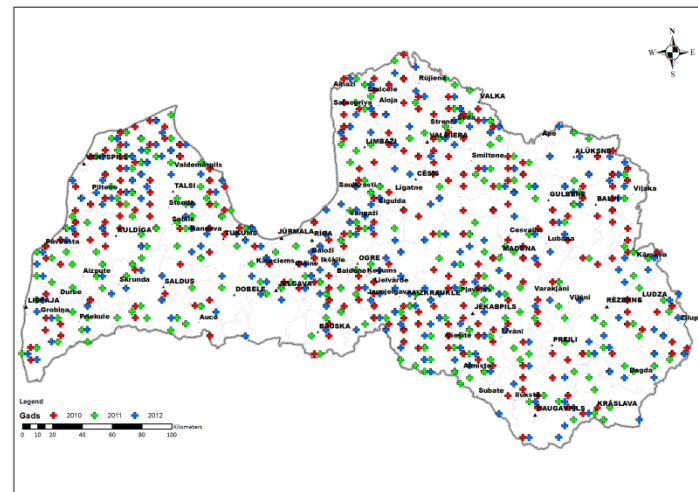
- LVM izvirzītie nosacījumi:
- (a) modeļus izstrādāt, balstoties uz MSI pārmērījuma datiem 6 sugām – **P,E,B,A,M,Ba**, izmantojot meža statistiskās inventarizācijas datus un **nelineāro daudzfaktoru regresijas analīžu metodes**;
- (b) augstuma, caurmēra, šķērslaukuma, koku skaita augšanas gaitas modeļus veidot, lai no jebkuras **loģiski iespējamās šķērslaukuma** vērtības būtu iespējams modelēt augšanas gaitu pa koku sugām un bonitātēm;
- (c) augstuma augšanas gaitas modeļus veidot gan **vidējam augstumam**, gan **virsaugstumam** pa koku sugām un bonitātēm;
- (d) kokaudzes augstuma, caurmēra, šķērslaukuma, koku skaita augšanas gaitas modeļus matemātiski sasaistīt pa koku sugām un bonitātēm;
- (e) augšanas gaitu aproksimēt arī piemistrojuma sugām.

Secinājums - LVM vajadzībām augšanas gaita modelējama pa meža elementiem, nosakot arī dimensiju un skaita sadalījumu elementa ietvaros

- Empīriskais modelis
- Modeļu detalizācijas pakāpe
 - Audzes līmenis pēc valdošās sugas
 - Meža elementu diametru sadalījums

- MSI parauglaukumu dati – 3312

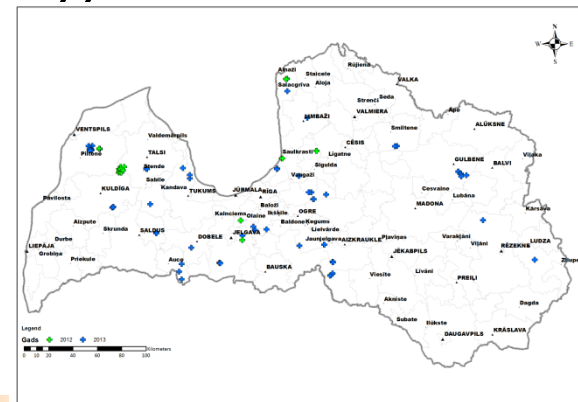
- priežu audzēs – 771
- egļu audzēs – 407
- bērzu audzēs – 602
- melnalkšņu audzēs – 95
- apšu audzēs – 148
- baltalkšņu audzēs – 131
- citās audzēs – 53



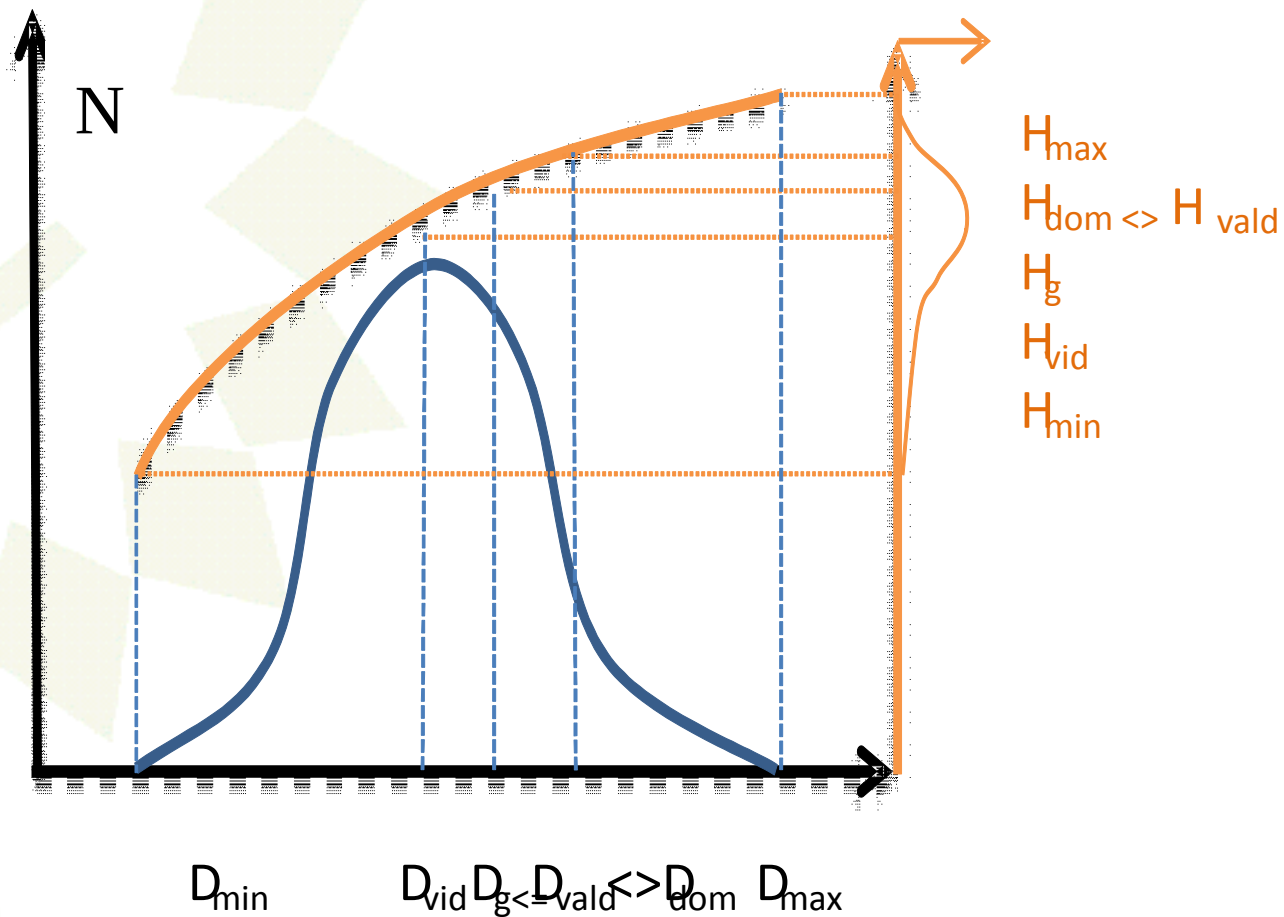
- Urbumi pieauguma novērtēšanai

- Parauglaukumi 931
- Koki – 12 378
- Gadskārtas – 547 309

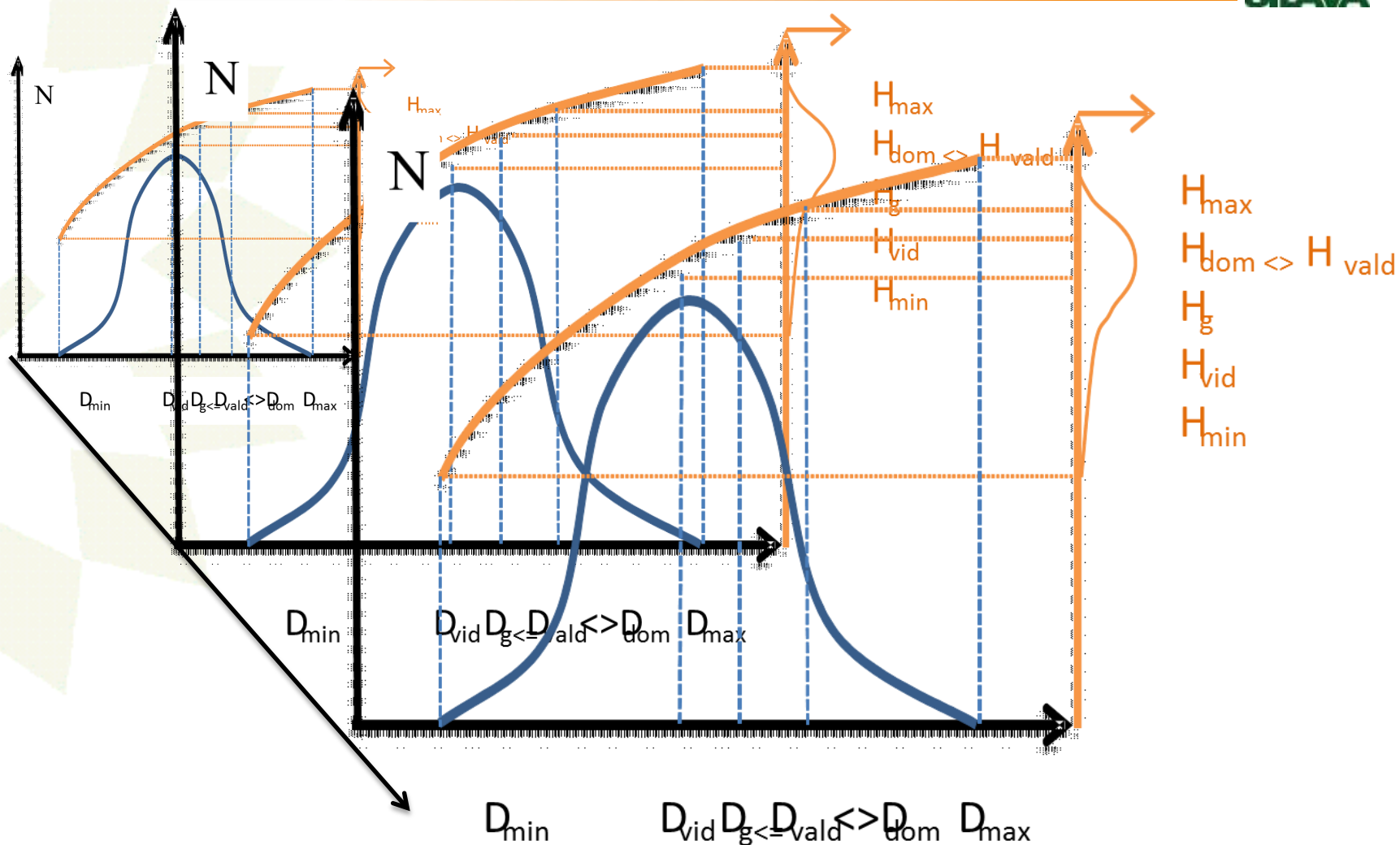
- Kopšanas parauglaukumi 75 gab.
- Meliorācijas sistēmu renovācijas ietekmes novērtēšanas parauglaukumi 33 gab.
- Dabiskos traucējumos cietušu audžu parauglaukumi (97 gab.)
 - Parauglaukumi (2011.-2013.) - 172, (platība 8,6 ha (koki samērīti koordinātēs)).
 - 2013.g. nomērītie koki 7812
 - 2013.g. izurbti - 2400
 - gadskārtas 102 562



Definīcijas



Definīcijas



Vienādojumu koeficientu vērtību aprēķināšana un ticamības izvērtējums

Vienādojumu atbilstības izvērtēšanai izmantoti sekojoši statistiskie rādītāji:

- Vidējā novirze (MRES)

$$MRES = \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)}{n}; \quad (1.11)$$

- Vidējā absolūtā novirze (AMRES)

$$ARMS = \frac{\sum|y_i - \hat{y}_i|}{n}; \quad (1.12)$$

- Standartklūda (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1-p}}; \quad (1.13)$$

- Vidējā kvadrātiskā klūda (MSE)

$$MSE = \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}; \quad (1.14)$$

- Modeļa efektivitāte (MEF)

$$MEF = \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}; \quad (1.15)$$

- Dispersijas attiecība (VR)

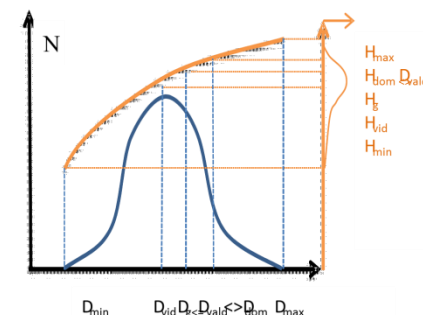
$$VR = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}; \quad (1.16)$$

- Determinācijas indekss (R^2)

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \quad (1.17).$$

Augstuma, caurmēra, šķērslaukuma, koku skaita augšanas gaitas modeļu precizēšana

- Augstuma augšanas gaitas modeļu precizēšana (stāvoklis un izmaiņas laikā)
 - sakarība starp vidējā kvadrātiskā caurmēra koka augstumu un audzes virsaugstumu (stāvokļa raksturojums)
 - Konkrētā augstumlīkne
 - Pašreiz R.Ozoliņa augstumlīkne (vienādsānu hiperbola)
 - Petersena/Naslunda augstumlīkne
 - Vispārējā augstumlīkne
 - Gafreja vispārējā augstumlīkne (MAF)
 - virsaugstuma un vidējā augstuma augšanas gaita
 - Čapmaņa-Ričardsa funkcija

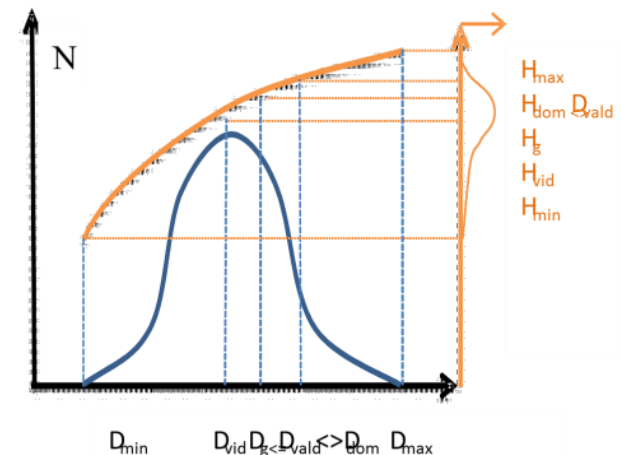


Dažādu augstumu saistību modeļu precizēšana

- sakarība starp vidējā kvadrātiskā caurmēra koka
augstumu un audzes virsaugstumu (stāvokļa
raksturojums)
 - Aprēķina sakarības starp d un h (augstumlīkne)
 - H_{dom} jeb 100 lielāko uz ha koku vidējais augstums
 - Valdaudzes koku augstums pēc augstumlīknes ($0.8H_{max} <$)

$$H_g = a_1 H_{dom}^{a_2} N^{a_3} \quad \text{jeb} \quad H_{dom} = \left(\frac{H_g}{a_1 N^{a_3}} \right)^{\frac{1}{a_2}}$$

$$H_{vald} = a_1 H_{dom}^{a_2} N^{a_3} \quad \text{jeb} \quad H_{dom} = \left(\frac{H_{vald}}{a_1 N^{a_3}} \right)^{\frac{1}{a_2}}$$

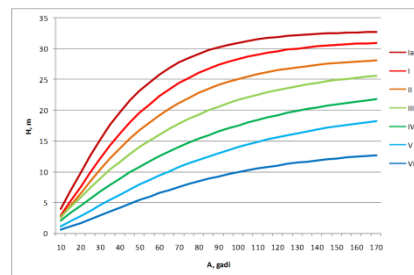


Augstuma augšanas gaitas modeļu precizēšana

- virsaugstuma un vidējā augstuma augšanas gaita
- Čapmaņa-Ričardsa funkcija
- Funkcijas īpašības

- S veida (Sigmoidāla)
- Asimptotiska
- Polimorfiskā (neproporcionāla)
- (Bāzes vecuma neatkarīga)

$$H = a_0 \cdot \left[1 - e^{-a_1 \cdot t} \right]^{a_2}$$



$$H_2 = H_1 \cdot \left[\frac{1 - e^{-a_1 \cdot t_2}}{1 - e^{-a_1 \cdot t_1}} \right]^{a_2}$$

Vispārinātā algebriskās differences pieeja

Czieszewski, Bailey 2000

$$H_2 = 1.3 + (H_1 - 1.3) \left(\frac{1 - \exp(-b_1 A_2)}{1 - \exp(-b_1 A_1)} \right)^{\left(b_2 + \frac{1}{2} \left[(\ln H_1 - b_2 \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)]) + \sqrt{(\ln H_1 - b_2 \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)])^2 - 4b_3 \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)]} \right] \right)}$$

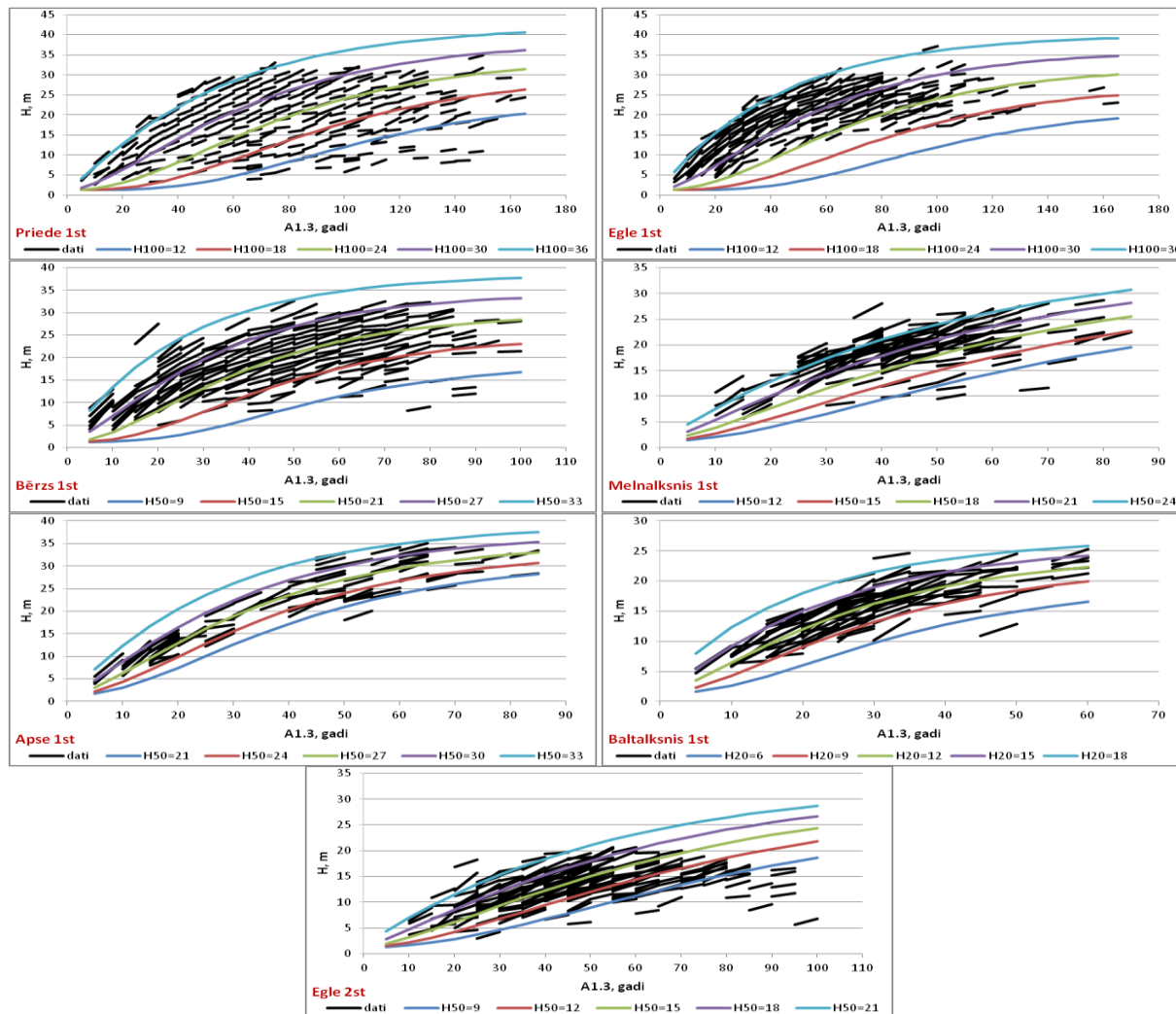
Augstuma augšanas gaitas modeļu precizēšana

- Virsaugstuma un vidējā augstuma augšanas gaita:
 - Pēc pārmērījumu vidējo augstumu starpībām
 - Pēc aprēķinātām virsaugstuma starpībām
 - Pēc aprēķinātām Hdom starpībām

$$H_2 = 1.3 + (H_1 - 1.3) \left(\frac{1 - \exp(-b_1 A_2)}{1 - \exp(-b_1 A_1)} \right)^{\left(b_2 + \frac{b_3}{2 \left[(\ln H_1 - b_2 \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)]) + \sqrt{(\ln H_1 - b_2 \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)])^2 - 4 b_3 \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)]} \right]} \right)}$$

Augstuma augšanas gaitas modeļu precizēšana

*Aproximētais un
uzmērītais vidējā
kvadrātiskā koka
augstuma pieaugums
atkarībā no koku
sugas un meža
elementa
krūšaugstuma
vecuma*



Caurmēra augšanas gaitas modeļu precizēšana

• Caurmēra modeļu precizēšana

Czieszewski, Bailey 2000

– 1. Vispārinātā algebriskās differences pieeja

$$D_2 = D_1 \left(\frac{1 - \exp(-b_1 A_2)}{1 - \exp(-b_1 A_1)} \right)^{\left(b_2 + \frac{b_3}{X_0} \right)} \quad (1.4.1)$$

$$\text{kur} \quad X_0 = \frac{1}{2} \left[(\ln D_1 - b_2 L_0) + \sqrt{(\ln D_1 - b_2 L_0)^2 - 4 b_3 L_0} \right] \quad (1.4.2.)$$

$$\text{kur} \quad L_0 = \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)] \quad (1.4.3.)$$

D_1 ; D_2 – audze) vidējais kvadrātiskais caurmērs attiecīgi 1. un 2. uzmērīšanas reizē, cm

A_1 ; A_2 – audzes vecums attiecīgi 1. un 2. uzmērīšanas reizē, gadi

b_1 ; b_2 ; b_3 – koeficienti

– 2. Daudzfaktoru regresijas vienādojums

$$i_d = a_1 \cdot \exp(a_2 + a_3 BAL_{CITI} + a_4 BAL_{Egle} + a_5 \ln(G) + a_6 d^{0.5} + a_7 d^2 + a_8 Bon) \quad 1.5$$

i_d – Meža elementa vidējā kvadrātiskā caurmēra 5 gadu tekošais periodiskais pieaugums, cm;

BAL_{Egle} – 1 stāva meža elementa, kuru veido egle, šķērslaukums, ja tās vidējais augstums H_g ir lielāks par konkrētā meža elementa H_g , $m^2 ha^{-1}$;

BAL_{CITI} – Citu meža elementu, kuru H_g lielāks par konkrēto meža elementa H_g , šķērslaukumu summa, $m^2 ha^{-1}$;

G – kokaudzes šķērslaukums $m^2 ha^{-1}$;

Bon – 1 stāva valdošās koku sugas bonitāte (atbilstoši Orlova bonitāšu skalai 0-6);

d – meža elementa vidējais kvadrātiskais caurmērs;

Caurmēra augšanas gaitas modeļu precizēšana

• Caurmēra modeļu precizēšana

Czieszewski, Bailey 2000

- 1) MSI **pārmērījumu** datiem kā otrā un pirmā cikla mērījumos pirmā stāva valdošās koku sugas vidējā kvadrātiskā koku caurmēru starpība;
- 2) Pēc MSI parauglaukumos **urbto koku**, kuru caurmērs $0.8 < D_g < 1.2$, radiālo pieaugumu mērījumiem

$$D_2 = D_1 \left(\frac{1 - \exp(-b_1 A_2)}{1 - \exp(-b_1 A_1)} \right)^{\left(b_2 + \frac{b_3}{X_0} \right)} \quad (1.4.1)$$

kur

$$X_0 = \frac{1}{2} \left[(\ln D_1 - b_2 L_0) + \sqrt{(\ln D_1 - b_2 L_0)^2 - 4b_3 L_0} \right] \quad (1.4.2.)$$

kur

$$L_0 = \ln[1 - \exp(-b_1 A_1)] \quad (1.4.3.)$$

D_1 ; D_2 – audze) vidējais kvadrātiskais caurmērs attiecīgi 1. un 2. uzmērīšanas reizē, cm

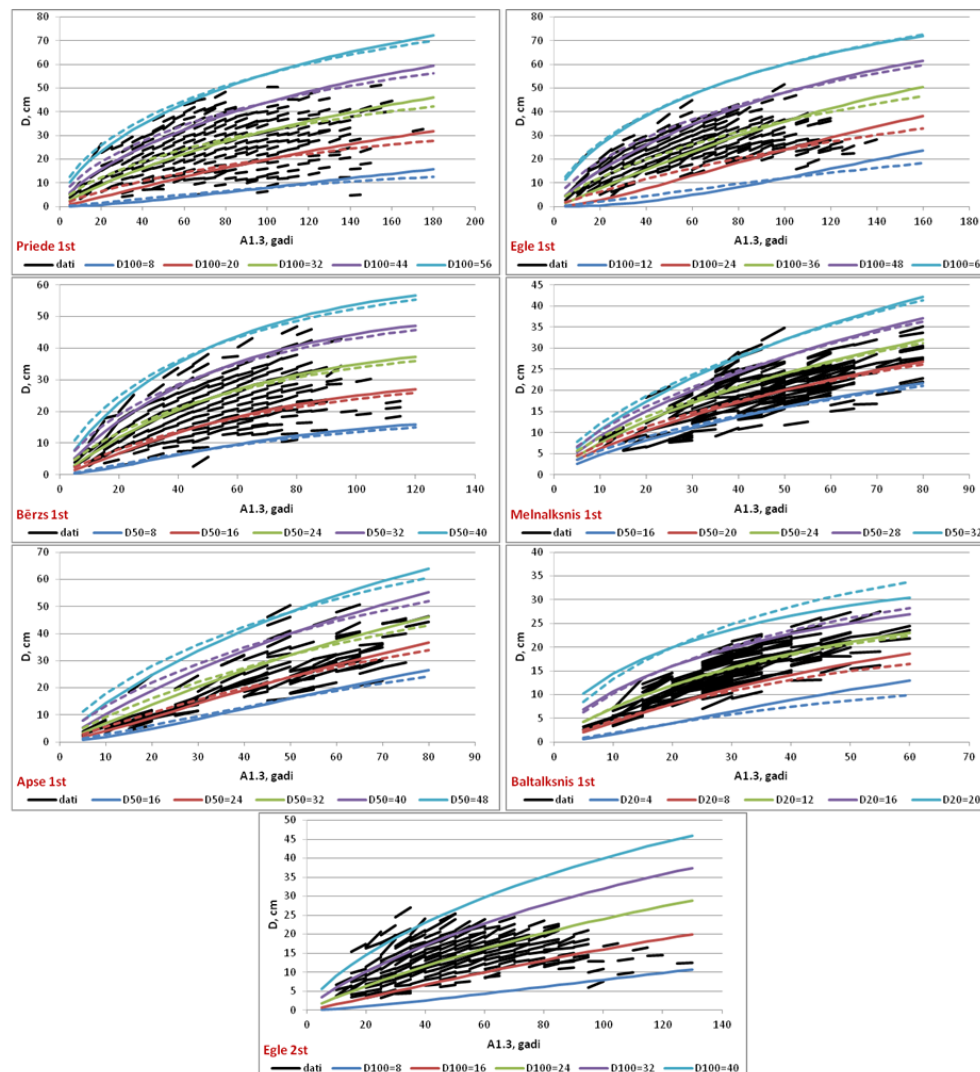
A_1 ; A_2 – audzes vecums attiecīgi 1. un 2. uzmērīšanas reizē, gadi

b_1 ; b_2 ; b_3 – koeficienti

Caurmēra augšanas gaitas modeļu precizēšana

• Caurmēra modeļu precizēšana

- *Aproksimētais un uzmērītais vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra pieaugums atkarībā no koku sugas un meža elementa krūšaugstuma vecuma.*
- **nepārtrauktās līnijas** – uz MSI parauglaukumu pārmērījumu datiem balstītās aproksimētās vērtības;
pārtrauktās līnijas – uz MSI parauglaukumos atsevišķu koku radiālo pieaugumu mērījumu datiem aproksimētās vērtības.



Caurmēra augšanas gaitas modeļu precizēšana

• Caurmēra modeļu precizēšana

$$i_d = a_1 \cdot \exp(a_2 + a_3 BAL_{CITI} + a_4 BAL_{Egle} + a_5 \ln(G) + a_6 d^{0.5} + a_7 d^2 + a_8 Bon) \quad 1.5$$

i_d – Meža elementa vidējā kvadrātiskā caurmēra 5 gadu tekošais periodiskais pieaugums, cm;

BAL_{Egle} – I stāva meža elementa, kuru veido egle, šķērslaukums, ja tās vidējais augstums H_g ir lielāks par konkrētā meža elementa H_g , $m^2 ha^{-1}$;

BAL_{CITI} – Citu meža elementu, kuru H_g lielāks par konkrēto meža elementa H_g , šķērslaukumu summa, $m^2 ha^{-1}$;

G – kokaudzes šķērslaukums $m^2 ha^{-1}$;

Bon – I stāva valdošās koku sugas bonitāte (atbilstoši Orlova bonitāšu skalai 0-6);

d – meža elementa vidējais kvadrātiskais caurmērs;

	c1	c2	BAL_citi	BAL_+E	ln(Gkop)	d^0.5	d^2	Bon										
Suga	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	MRES	AMRES	RMSE	MSE	MEF	VR	R^2	R^2adj	N	R
P	1.6880	0	-0.0308	-0.0034	-0.3521	0.0635	-0.0002	-0.2503	0.199	0.543	0.865	0.748	0.816	0.197	0.184	0.183	689	0.427
E	2.0351	0	0.0021	0.0000	-0.3932	-0.0332	0.0001	-0.1192	0.219	0.712	0.981	0.960	0.759	0.247	0.241	0.239	587	0.489
B	2.0646	0	-0.0160	-0.0103	-0.4384	-0.0156	0.0002	-0.2261	0.247	0.663	0.999	0.996	0.810	0.245	0.190	0.189	745	0.435
M	1.5537	0	-0.0142	0.0012	-0.3696	0.0518	0.0001	-0.1203	0.246	0.677	0.983	0.961	0.842	0.173	0.158	0.154	193	0.392
A	1.2219	0	-0.0085	-0.0043	-0.4245	0.3159	-0.0004	-0.0727	0.376	1.212	1.651	2.709	0.899	0.166	0.101	0.096	167	0.31
Ba	1.7202	0	-0.0220	-0.0085	-0.1902	-0.2546	0.0008	0.0432	0.242	0.606	0.814	0.657	0.809	0.261	0.191	0.184	126	0.429
E 2st	2.39854	0	0.01078	-0.02735	-0.87096	0.2325	-0.00036	-0.0705	0.195	0.539	0.772	0.594	0.741	0.341	0.259	0.258	494	0.508
P (vald)	1.36408	0	-0.01449	-0.00106	-0.31283	0.09065	-0.00024	-0.23478	0.155	0.458	0.678	0.459	0.763	0.247	0.237	0.235	497	0.485
E (vald)	2.30766	0	-0.00676	0	-0.38058	-0.12947	0.00037	-0.11951	0.145	0.612	0.842	0.706	0.588	0.475	0.412	0.409	234	0.64
B (vald)	2.29158	0	-0.02391	0.02518	-0.36743	-0.1621	0.00047	-0.20376	0.157	0.543	0.768	0.588	0.698	0.318	0.302	0.3	327	0.548
M (vald)	1.56768	0	-0.00262	0.01502	-0.12655	-0.12819	0.00056	-0.28625	0.172	0.596	0.861	0.728	0.802	0.163	0.198	0.184	58	0.429
A (vald)	1.46528	0	-0.02995	0.06361	-0.57234	0.32687	-0.00037	0.0444	0.19	0.812	1.305	1.668	0.709	0.429	0.291	0.276	50	0.526
Ba (vald)	1.43573	0	-0.03225	0.02715	-0.31483	0.02204	-0.00022	0.01646	0.161	0.557	0.764	0.572	0.605	0.336	0.395	0.384	55	0.619

Koku skaita augšanas gaitas modeļu precizēšana

- Koku skaita modeļu precizēšana

- $N_2 = N_1 - a \left(\frac{N_1}{100} \right)^b H_1^c (A_2 - A_1)$
- $N_2 = N_1 - a \left(\frac{N_1}{100} \right)^b D_1^c (A_2 - A_1)$
- $N_{max} = aH^b$
- $N_{max} = aD^b$

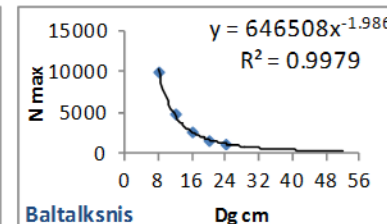
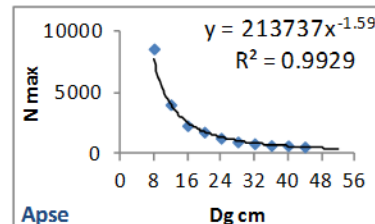
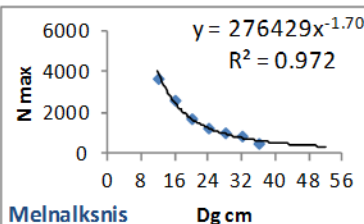
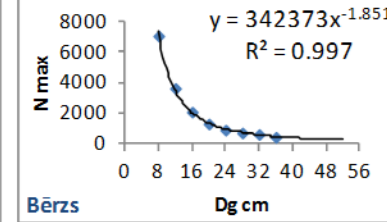
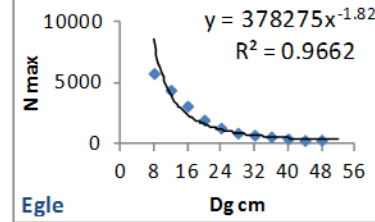
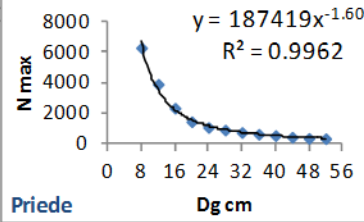
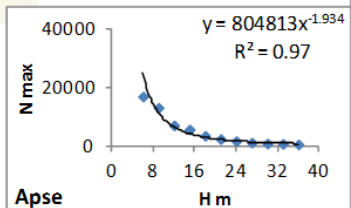
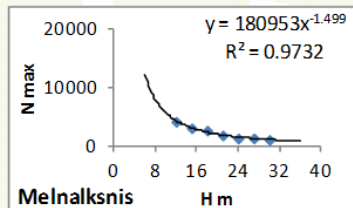
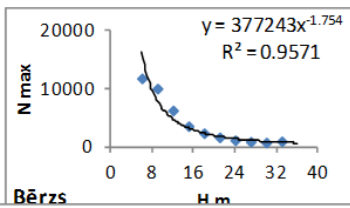
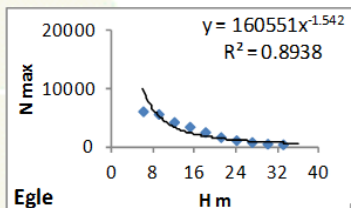
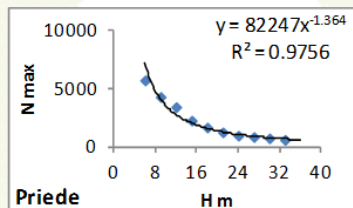
Suga	Koefficients	$N_2=f(N_1;H_1)$				$N_2=f(N_1;D_1)$				Ierobežojumi					
		Vērtība	Standart-	95% ticamības		Vērtība	Standart-	95% ticamības		H		D		N	
			kļūda	Min	Max		kļūda	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Priede	a	0.02462	0.57758	-4.89905	-2.50943	0.07212	0.60380	-3.89321	-1.36567	2	36	2	48	100	5000
	b	1.73932	0.11420	1.50308	1.97555	1.60619	0.10093	1.39493	1.81744						
	c	0.75122	0.16336	0.41328	1.08916	0.43758	0.15926	0.10425	0.77091						
Egle	a	0.00082	0.77329	-8.71104	-5.51170	0.00434	0.77473	-7.06051	-3.81747	2	36	2	48	100	5000
	b	1.64271	0.14506	1.34262	1.94280	1.42938	0.13373	1.14947	1.70929						
	c	2.02468	0.22020	1.56916	2.48021	1.55199	0.21260	1.10700	1.99697						
Bērzs	a	0.07424	0.43601	-3.50470	-1.69627	0.03443	0.55994	-4.53689	-2.20084	2	36	2	48	100	5000
	b	1.45148	0.06990	1.30652	1.59644	1.58546	0.09192	1.39371	1.77721						
	c	0.66219	0.12542	0.40208	0.92229	0.86067	0.15984	0.52724	1.19409						
Melnalksnis	a	0.24044	1.37078	-4.66668	1.81610	0.31260	1.33831	-4.43757	2.11190	2	30	2	36	100	3000
	b	0.75191	0.13676	0.42638	1.07744	0.77949	0.20729	0.27226	1.28671						
	c	0.71439	0.43862	-0.32278	1.75155	0.56129	0.34123	-0.27367	1.39625						
Apse	a	0.00442	1.53565	-8.80176	-2.04186	0.19716	0.55113	-2.97233	-0.27517	2	36	2	48	100	5000
	b	1.97557	0.19594	1.54430	2.40683	1.74723	0.08417	1.54127	1.95318						
	c	1.29495	0.42593	0.35748	2.23241	0.26216	0.15309	-0.11244	0.63676						
Baltalksnis	a	0.23730	0.85367	-3.40701	0.53012	0.53362	0.70878	-2.26253	1.00637	2	24	2	28	100	5000
	b	1.12886	0.11630	0.86067	1.39706	1.17987	0.14655	0.84193	1.51782						
	c	0.77572	0.25622	0.18488	1.36656	0.43042	0.19268	-0.01389	0.87474						

Koku skaita augšanas gaitas modeļu precizēšana

Koku skaita modeļu precizēšana

- $N_{max} = aH^b$
- $N_{max} = aD^b$

Suga	$N_{max} = aH^b$		$N_{max} = aD^b$	
	a	b	a	b
Priede	82247	-1.36403	187419	-1.60055
Egle	160551	-1.54244	378275	-1.82774
Bērzs	377243	-1.75427	342373	-1.85071
Melnalksnis	180953	-1.49926	276429	-1.70072
Apse	804813	-1.93395	213737	-1.59803
Baltalksnis	590399	-1.81111	646508	-1.98593



Šķērslaukuma augšanas gaitas modeļu precizēšana

- Šķērslaukuma modeļu precizēšana

$$G = \frac{\pi D^2 N}{4000}$$

2. Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm.

Tekošā periodiskā difference

$$\Delta_M^p = M_A - M_{A-n}, \quad (2.1)$$

M_A - audzes krāja vecumā A (augošo koku krāja);

M_{A-n} - audzes krāja pirms n gadiem (pirms n gadiem augošo koku krāja).

Tekošā vidēji periodiskā difference

$$\Delta_M^{vp} = \frac{M_A - M_{A-n}}{n} \quad (2.2)$$

Tekošais pilnais periodiskais pieaugums

$$Z_{Mp}^p = M_A - M_{A-n} + M_n^a \quad (2.3)$$

M_n^a - atmiruma krāja (n gadu laikā atmirušo koku krāja perioda beigās).

Tekošais pilnais vidēji periodiskais pieaugums

$$Z_{Mp}^{vp} = \frac{M_A - M_{A-n} + M_n^a}{n} \quad (2.4)$$

Tekošais faktiskais periodiskais pieaugums

$$Z_{Mf}^p = M_A - m_{A-n} \quad (2.5)$$

m_{A-n} - intervāla n beigās audzē augošo koku krāja $A-n$ gadu vecumā.

Tekošais faktiskais vidēji periodiskais pieaugums

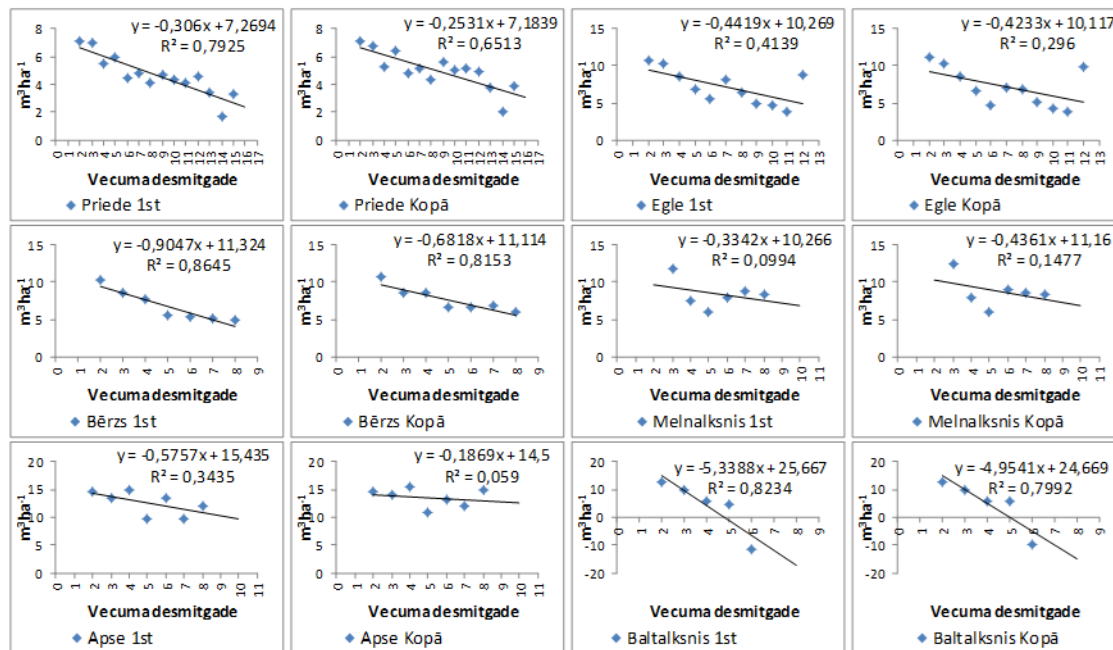
$$Z_{Mf}^{vp} = \frac{M_A - m_{A-n}}{n} \quad (2.6)$$

2. Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm.

- Dažādu pieaugumu veidu sakarības

<u>600</u>		<u>20</u>		<u>30</u>		<u>650</u>
m_{A-n}	+	M_{A-n}	+	M_{A-n}^{izcirta}	=	M_{A-n}
275.2		7.0		7.8		290
+		+		+		+
$Z_{m \text{ potenc.}}$	+	Z_m^{atmira}	+	Z_m^{izcirta}	=	$Z_m^{\text{n sākotnējais}}$
44.8		0.1		0.1		45
=		=		=		=
M_A	+	M_n^{atmira}	+	M_n^{izcirta}	=	M_n
320		7.1		7.9		335

2. Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm.



Tekošā vidēji periodiskā krājas difference atkarībā no audzes vecuma desmitgades

Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm. **Faktiskais (audzes) tekošais potenciālais vidēji periodiskais pieaugums**

Faktiskās (audzes) tekošais potenciālais vidēji periodiskais pieaugums

I.Liepas (1996) metode

$$Z_M = 12732.4 \psi G H^\alpha D^{\beta \lg H + \varphi - 2} \left[\frac{Z_H(\alpha + \beta \lg D)}{H} + \frac{Z_D(\varphi + \beta \lg H)}{10D} \right] \quad (2.7)$$

$\psi; \alpha; \beta; \varphi$ – koeficienti;

G – audzes krūšaugstuma šķērslaukums;

H – vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošs augstums;

D – vidējais kvadrātiskais caurmērs;

Z_H – vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošā augstuma periodiskais pieaugums;

Z_D – vidējā kvadrātiskā caurmēra periodiskais pieaugums.

Faktiskās audzes krājas reducēto tekošo potenciālo pieaugumu aprēķināšanai izmanto 2.8. un 2.9. formulu (Liepa, 2009), kuru rezultāti savstarpēji tiek salīdzināti:

Faktiskais $Z_M^* = \frac{Z_M}{G} \quad (2.8)$

Z_M^* – faktiskās audzes krājas reducētais tekošais potenciālais pieaugums, $m^3 m^{-2}$;

Z_M – faktiskās audzes krājas tekošais potenciālais pieaugums, m^3 (7. formula);

G – audzes krūšaugstuma šķērslaukums, m^2 .

Izlīdzinātais $Z_M^* = a_1 + b_1 B + c_1 B^2 + \frac{a_2 + b_2 B + c_2 B^2}{A} + \frac{a_3 + b_3 B + c_3 B^2}{A^2} \quad (2.9)$

Z_M^* – faktiskās audzes krājas reducētais tekošais potenciālais pieaugums, $m^3 m^{-2}$;

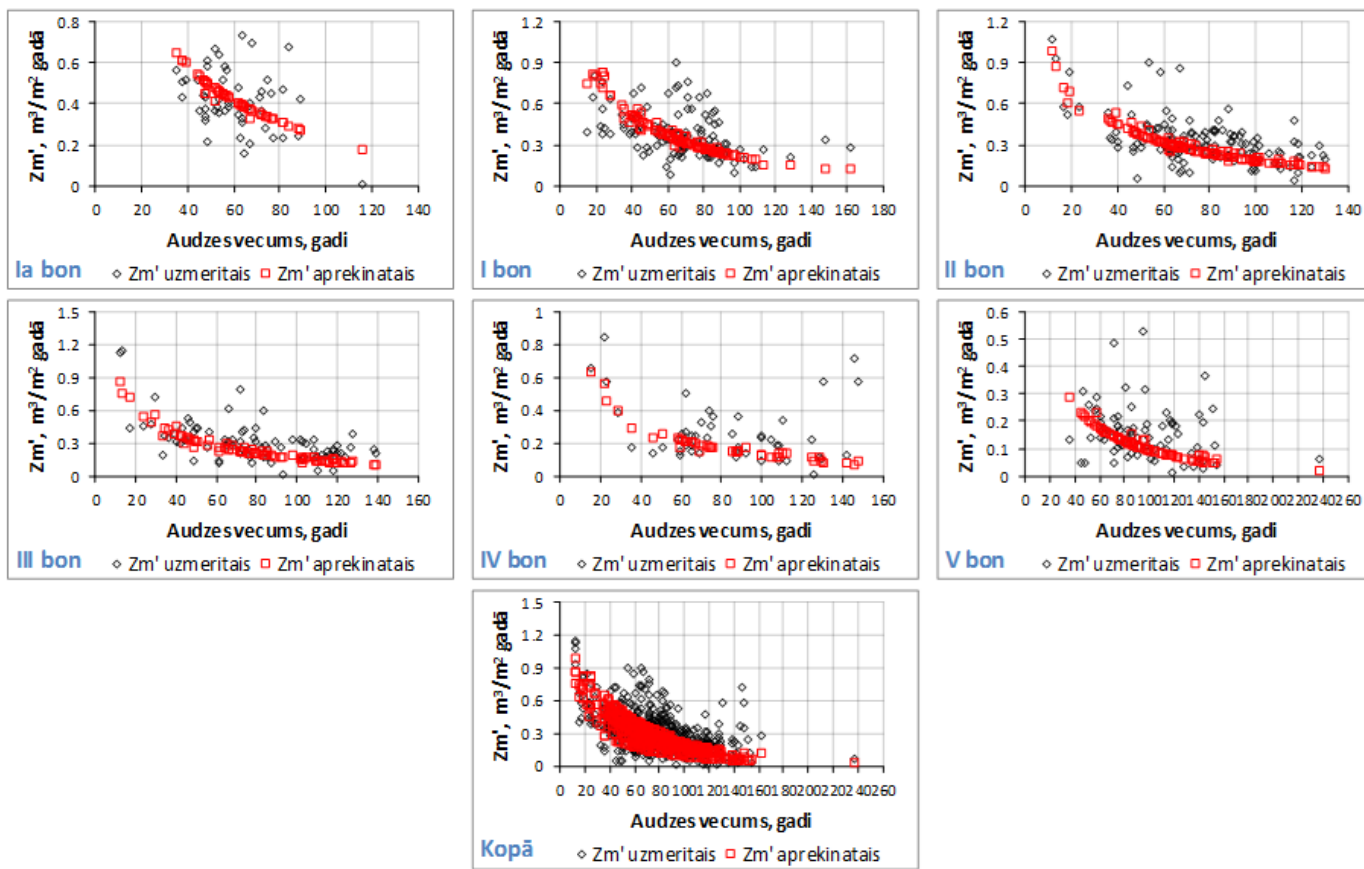
B – bonitātes klase ($la=0; l=1...V=5$);

A – vecums, gadi;

$a_i; b_i; c_i$ – izlīdzināšanas koeficienti.

2. Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm.

I. Liepas metode



2.5. attēls. Faktiskās audzes reducētais tekošais vidēji periodiskais pieaugums *atkarībā no audzes bonitātes un vecuma priežu audzēs (parauglaukumos)*
 Zm' uzmeritais – 2.8. formula; Zm' aprekinatais – 2.9. formula

2. Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm.

FAKTISKĀS AUDZES KRĀJAS Tekošais vidēji periodiskais krājas pieaugums, m^3ha^{-1} gadā

$$Z_m = \frac{M_A - m_{A-n}}{n}$$

kur M_A - audzes krāja vecumā A (augošo koku krāja); m_{A-n} – intervāla n beigās audzē augošo koku krāja $A-n$ gadu vecumā; $n=5$

$$Z_M = a_1 A^{a_2} a_3^B G^{a_4}$$

kur

Z_M - faktiskās audzes tekošais vidēji periodiskais krājas pieaugums, m^3ha^{-1} gadā;

A – kokaudzes I stāva valdošās koku sugas vecums, gadi;

B – audzes bonitāte (atbilstoši Orlova bonitāšu skalai $Ia=0, I=1...IV=4; V=5$);

G – kokaudzes šķērslaukums, m^2ha^{-1} .

Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm.

- Vienādojuma faktiskās audzes tekošā vidēji periodiskā pieauguma aprēķināšanai (2. 1. formula) koeficienti un statistiskie rādītāji
- *s10 – audzes I stāva valdošā koku suga ; 1st – audzes I stāvs; kopā - kokaudzes.

Suga	Taksācijas vienība	Koeficienti				Vienādojuma statistiskie rādītāji								
		a1 Intercept	a2 A1.3	a3 Bon	a4 G	MRES	AMRES	RMSE	MSE	MEF	VR	R	R2	N
Priede	s10	3.98783	-0.52602	0.87655	0.91395	0.286	1.553	2.074	4.293	0.441	0.765	0.762	0.580	597
	1st	4.07240	-0.50617	0.86576	0.90173	0.304	1.810	2.453	6.007	0.437	0.790	0.765	0.585	597
	kopa	3.90489	-0.44725	0.85175	0.85711	0.341	2.062	2.794	7.793	0.423	0.803	0.774	0.599	597
Egle	s10	7.53280	-0.61037	1	0.81126	0.384	2.025	2.689	7.202	0.342	0.674	0.815	0.665	269
	1st	8.50711	-0.58684	1	0.75567	0.498	2.633	3.402	11.532	0.477	0.528	0.730	0.533	269
	kopa	8.79592	-0.53713	1	0.68101	0.550	2.842	3.649	13.262	0.533	0.458	0.693	0.480	269
Bērzs	s10	12.66409	-0.62992	0.89955	0.62989	0.392	1.714	2.446	5.968	0.558	0.601	0.682	0.465	358
	1st	11.02849	-0.57547	0.89153	0.65976	0.460	2.179	3.001	8.982	0.589	0.584	0.660	0.436	358
	kopa	9.69965	-0.47757	0.87718	0.60972	0.526	2.583	3.442	11.811	0.566	0.564	0.673	0.453	358
Melnalksnis	s10	8.28507	-0.64522	0.88140	0.83127	0.425	1.958	2.726	7.302	0.417	0.599	0.771	0.594	62
	1st	9.22403	-0.54366	0.88285	0.69924	0.351	2.219	2.905	8.294	0.530	0.522	0.693	0.480	62
	kopa	10.72400	-0.51326	0.88218	0.62336	0.316	2.285	3.046	9.120	0.592	0.534	0.649	0.422	62
Apse	s10	13.59512	-0.61845	1	0.68375	0.188	2.207	2.941	8.436	0.380	0.775	0.794	0.630	45
	1st	14.24908	-0.51609	1	0.55261	0.296	2.645	3.354	10.977	0.601	0.512	0.641	0.410	45
	kopa	12.49095	-0.37528	1	0.44798	0.324	2.837	3.449	11.606	0.635	0.454	0.612	0.375	45
Baltalksnis	s10	16.55900	-0.81648	1	0.66388	0.710	2.323	3.749	13.840	0.602	0.509	0.652	0.425	70
	1st	15.70849	-0.60951	1	0.50399	0.806	2.662	4.051	16.162	0.664	0.316	0.605	0.366	70
	kopa	11.58373	-0.47268	1	0.47374	0.817	2.740	4.091	16.479	0.706	0.242	0.575	0.331	70

MRES - vidējā novirze; AMRES - vidējā absolūtā novirze; RMSE – standartklūda; MSE - vidējā kvadrātiskā klūda; MEF - modeļa efektivitātes indekss; VR - dispersijas attiecība; R - korelācijas koeficients; R2 - determinācijas indekss; N - parauglāukumu skaits

Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm

ATMIRUMA MODELIS

- $$Z_M(-) = \frac{AG}{a+bA+cG}$$
- kur
- $Z_M(-)$ - faktiskās audzes tekošais vidēji periodiskais krājas atmirums., $m^3 ha^{-1} gadā$;
- A – kokaudzes I stāva valdošās koku sugas krūšaugstuma vecums, gadi;
- G – kokaudzes šķērslaukums, $m^2 ha^{-1}$;
- a, b, c , - koeficienti.

Vienkārši pielietojamu koksnes pieauguma, atmiruma un krājas differences prognožu modeļu precizēšana pa koku sugām un bonitātēm

Krājas differences MODELIS

- **Krājas differences modelis**

-

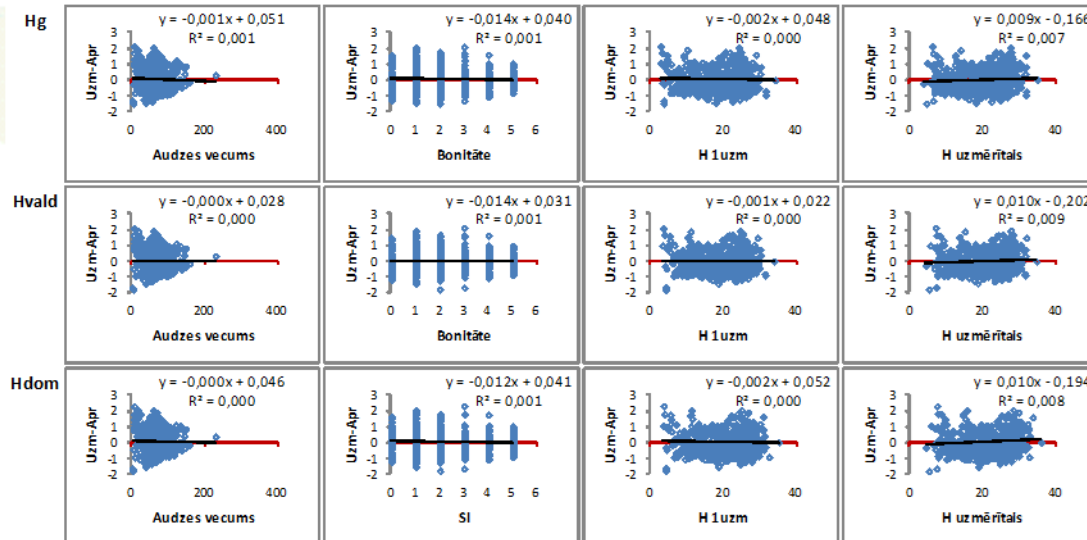
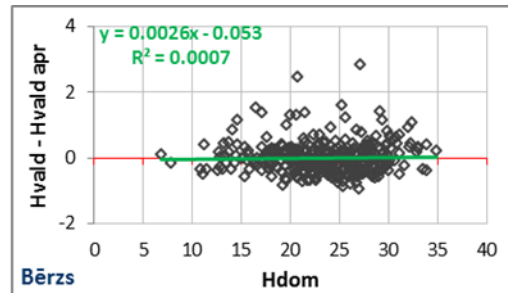
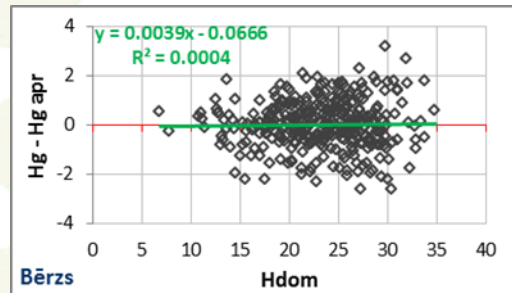
-

$$Z_{dab} = Z_M - Z_{Matm} - Z_{Mizc}$$

- kur

- Z_{dab} – kokaudzes krājas difference,
- Z_M - faktiskās audzes krājas pieaugums,
- Z_{Matm} - kokaudzes krājas atmirums,
- Z_{Mizc} – izcirstās kokaudzes krāja.

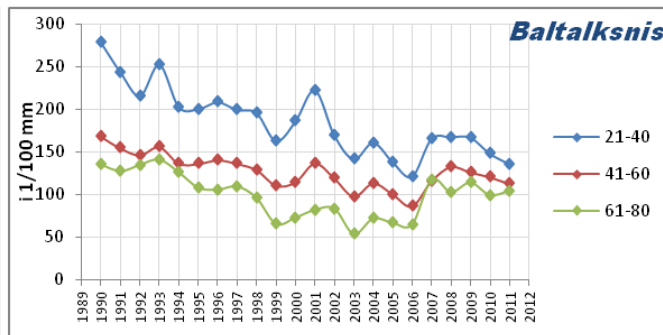
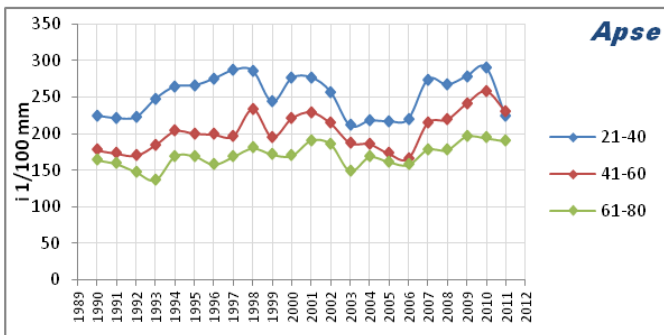
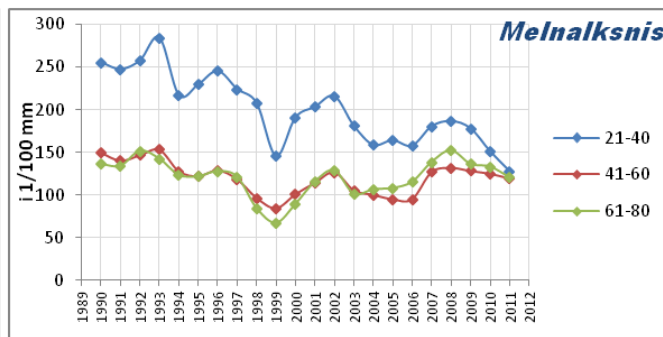
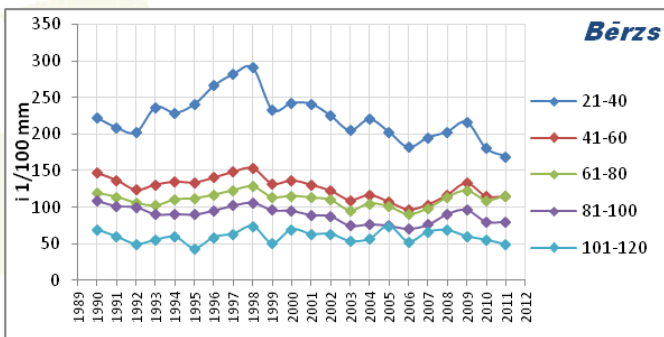
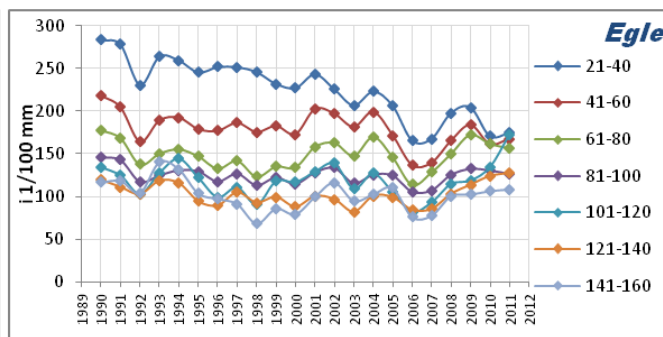
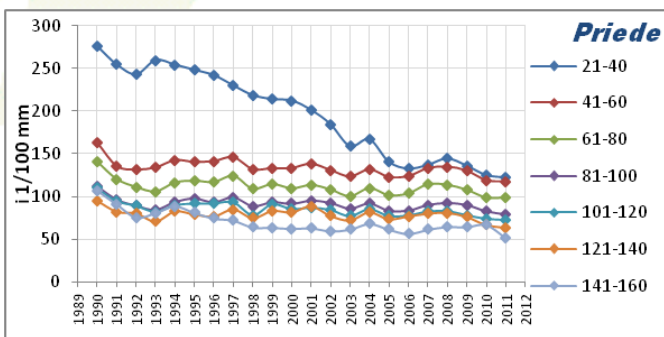
3. MSI datu izmantošanas iespēju novērtējums ticamu augšanas gaitas modeļu iegūšanā koku sugām - priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis, baltalksnis



4. *Urbumu skaidas*

- Lai iegūtu alternatīvu informācijas avotu par radiālajiem pieaugumiem dažādās caurmēra pakāpēs un to izmaiņas laika gaita
- Lai noskaidrotu iespējamo ciklisko pieauguma izmaiņu ietekmi uz aproksimācijas rezultātiem un nepieciešamības gadījumā veiktu korekcijas

4. Urbumu skaidas

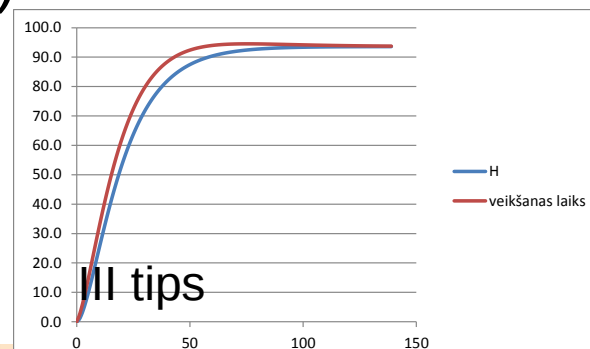
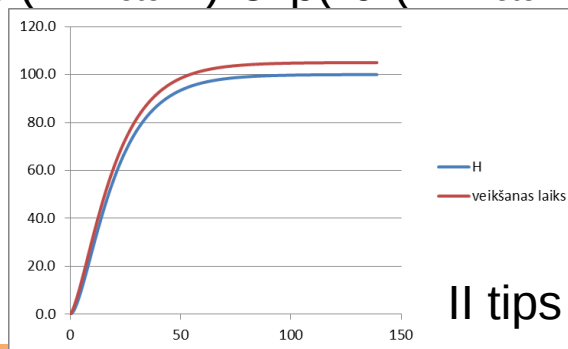
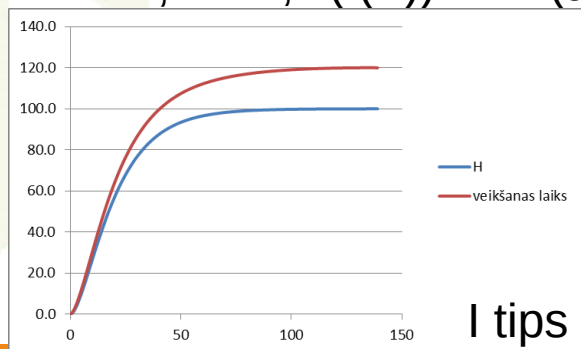


Mežsaimniecisko pasākumu un dabisko traucējumu ietekme uz pieaugumu

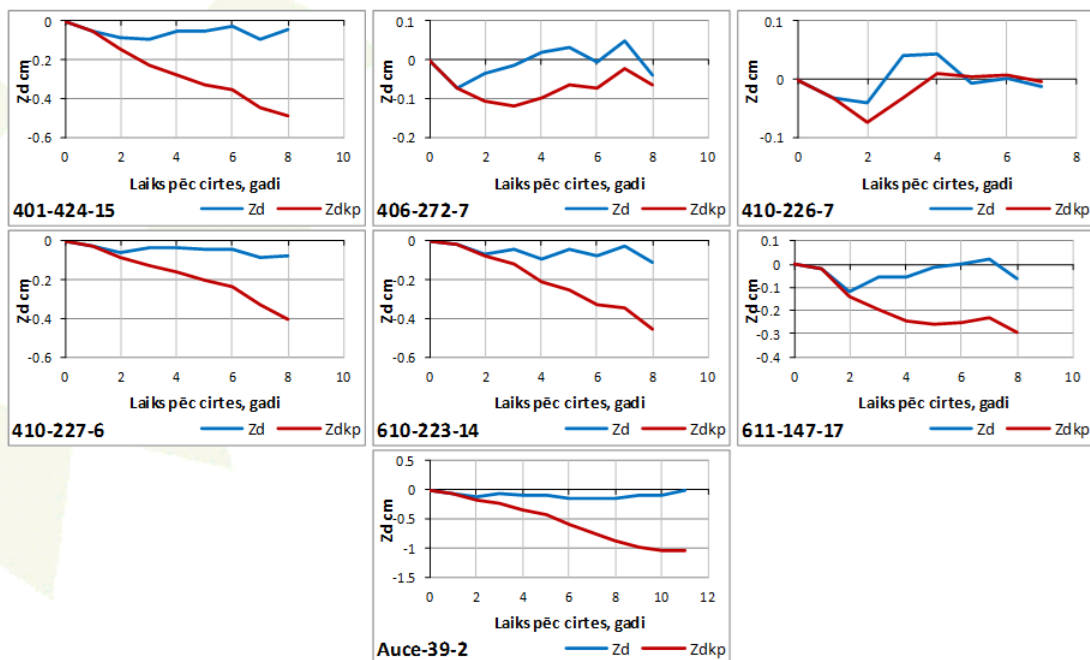
• Atbildes reakcijas veidi:

- Nekavējošās parametru maiņa pēc saimnieciskās darbības
 - $D_{g(pēc\ cirtes)} = (40000 * (G_{kop} - G_{kop} * rG) / (3.14159 * (N_{kop} - N_{kop} * rG * NG_{attiec})))^{0.5}$
- Īslaicīgas izmaiņas bez nozīmīgas «vietas produktivitātes maiņas (**I tips**), tālākā attīstība atbilstoši normālajam trendam (kopšana)
- Vietas produktivitātes maiņa (**II tips**) (meliorācija)
- Īstermiņa efekts, kurš zūd tālākajā audzes attīstības gaitā (**III tips**)

$$H; D = H; D(f(T)) + Zk * (a * (T - T_{ietekm}) * \exp(-b * (T - T_{ietekm})))$$

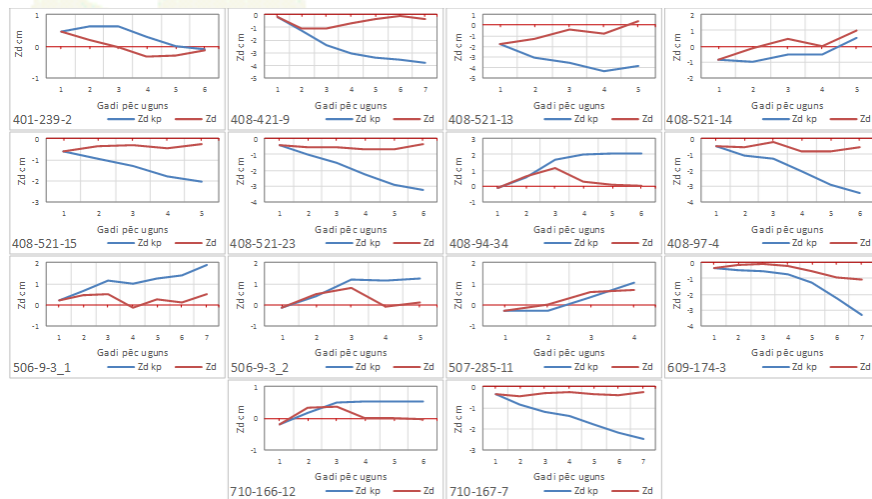


- Novērtēta izdzīvošana un noteikts kumulatīvais papildus pieaugums pēc I. Liepas izstrādātās metodikas (Liepa, 1996)



Vecākās audzēs kopšanas cirtei nav vai ir negatīva ietekme uz saglabāto koku radiālo papildus pieaugumu, bet jaunākās audzēs šī ietekme ir pozitīva, kopšanas ciršu papildus pieauguma efekts ir īslaicīgs.

- Pārmērīti laukumi, kuri ierīkoti LVM finansētā projekta «Meža ugunsgrēka ietekmes uz koku dzīvotspēju novērtēšanas metodes izstrāde»
- Ierīkoti parauglaukumi vējgāžu bojātās audzēs bojātajā un neskartajā daļā
- Novērtēta izdzīvošana un noteikts kumulatīvais papildus pieaugums pēc I. Liepas izstrādātās metodikas (Liepa, 1996)



Ietekme uz pieaugumu pamatā negatīva, bet ir objekti, kuros papildus pieaugums ir pozitīvs

Vienādojumu izstrāde pieauguma modeļiem pēc pārmērīto pētniecisko parauglaukumu datiem

- Vienādojumu izstrāde pieauguma modeļiem pēc pārmērīto pētniecisko parauglaukumu datiem.
 - Secinājumi:
 - 5 gadu prognozes iekļaujas $\pm 10\%$, taču 20 -30 gadu prognozes uzrāda pat 2-3m augstuma starpības,
 - Caurmēra atšķirības modelētajām vērtībām un uzmērītājām pēc 20 gadiem apm. +1 cm
 - Modeļi pārvērtē izdzīvošanas varbūtību, un sekojoši G un V

ObjNr	Suga	1. uzmērīšana						2. uzmērīšana								3. uzmērīšana									
								A	Uzmērītie				Aprēķinātie				A	Uzmērītie				Aprēķinātie			
		H100	A	D	H	G	N		D	H	G	N	D	H	G	N		D	H	G	N				
1	P	23.2	14	3.8	3.7	15.9	14231	19	5.7	6.9	26.6	10381	5.4	5.3	30.2	13072	34	12.0	13.8	37.5	3330	10.5	9.5	79.9	10108
2	P	24.2	13	5.4	3.8	7.4	3255	18	8.8	6.4	17.9	2940	7.7	5.6	14.8	2987									
3	P	27.1	13	6.2	4.6	12.7	4245	18	9.1	7.5	23.8	3625	8.8	6.7	25.5	3886	33	15.7	14.5	38.1	1975	16.2	11.9	66.9	2975
4	E	25.8	17	5.8	5.2	8.8	3275	27	10.0	9.9	24.3	3075	10.5	9.4	31.6	2428	38	13.5	16.0	34.9	2450	15.7	13.4	45.2	1946
5	E	27.8	17	7.5	6.3	8.9	2017	27	12.8	11.5	26.1	2017	12.8	11.0	27.6	1442	38	17.1	18.3	39.8	1725	18.4	15.3	37.7	1125
6	E	26.8	17	6.5	5.7	6.8	2050	27	11.2	10.5	20.2	2050	11.5	10.2	22.9	1491	38	14.6	15.5	32.1	1925	16.8	14.3	32.0	1178
7	E	27.2	17	6.8	5.9	5.6	1525	27	12.7	11.4	18.7	1483	11.9	10.4	18.3	1103	38	17.4	17.9	30.1	1267	17.3	14.6	25.3	868
8	E	27.2	17	6.8	5.9	7.3	2000	27	10.7	10.2	17.7	1967	11.9	10.4	24.0	1446	38	13.5	14.7	26.6	1850	17.3	14.6	33.2	1138
9	E	26.3	17	6.3	5.5	10.1	3278	27	10.2	9.9	24.8	3033	11.1	9.8	35.2	2407	38	15.2	16.0	34.8	1911	16.4	13.9	49.6	1916

Turpināmas projektā plānotās darbības:

Būtu jāpilnveido kopšanas ciršu ietekmes uz kokaudzes struktūru modelis

Pilnveidojams piemistrojuma un II stāva koku augšanas modelis

Precizējama selekcijas efekta iekļaušana modelī

Sadarbība ar citiem pētījumu virzieniem - oglekļa piesaiste un biomasas aprēķināšana, kā arī iespējamo klimata izmaiņu ietekmes ievērtējums (A. Lazdiņa un A.Jansona prezentācijas pēcpusdienā)

Jāapvieno ar LVMI Silava citos projektos izstrādātajiem modeļiem

Jāveic vienādojumu pārbaude uz neatkarīgu datu kopu.

- Pieauguma aprēķina formulas jau nodrošina samērā augstu precizitāti. Starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu <10% (Hvid 88-95%; Hvald 98-100% sakrīt)
- Iespējams aprēķināt arī pieaugumu piemistrojumam un egles 2. stāva kokiem.
- Pieaugums valdošajai koku sugai un piemistrojumam neatšķiras.
- Pašreizējie pieauguma vienādojumi korekti lietojami prognozēšanai līdz 10 gadiem nākotnē.
- Koku skaita izmaiņas sasaistītas ar augstuma un caurmēra izmaiņām neatkarīgi no bonitātes, bet ir uzskats, ka bonitāte būtu jāņem vērā
- Pašreiz vēl nemodelē koku ieaugšanu, tikai atmiršanu.
- Pašreizējie koku skaita vienādojumi korekti lietojami prognozēšanai līdz 5 (15) gadiem nākotnē.
- Kopšanas ietekme uz papildus pieaugumu ir īslaicīga.
- Kopšanas ietekme ir pozitīva jaunākām audzēm. Vecākām tā nav vai ir negatīva.
- **NAV universālu modeļu un nevar precīzi prognozēt individuālas audzes augšanas gaitu!**