

## PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA PASŪTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: Ekstrēmu vēju ātrumu ietekmes uz kokaudzes noturību novērtējums, lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas izstrāde

LĪGUMA NR.: 160707/S259

IZPILDES LAIKS: 16.07.2007 – 15.11.2007

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

PROJEKTA VADĪTĀJS:

\_\_\_\_\_  
Jānis Donis

**Salaspils, 2007**

# Saturs

<b>KOPSAVILKUMS .....</b>	<b>3</b>
<b>IEVADS.....</b>	<b>5</b>
<b>1. PROBLĒMAS PAMATNOSTĀDNES.....</b>	<b>7</b>
1.1. 2007. GADA JANVĀRA VĒJU RAKSTUROJUMI .....	7
<b>2. MATERIĀLS UN METODIKA.....</b>	<b>10</b>
2.1. IZLASES VEIDA ATKĀRTOTI APSEKOJUMI KURZEMES REĢIONĀ.....	10
2.2. ATKĀRTOTI OBJEKTU APSEKOJUMI DIENVIDKURZEMES MEŽSAIMNIECĪBAS RAŅĶU IECIRKNĪ.....	10
2.3. VĒJA ĀTRUMU INTERPOLĀCIJA STARP METEOSTACIJĀM 2007. G. JANVĀRĪ KURZEMĒ .....	12
2.4. AEROFOTO ATTĒLU ANALĪZE .....	13
<b>3. DISKUSIJA.....</b>	<b>16</b>
3.1. 2007. GADA IZLASES VEIDA ATKĀRTOTI APSEKOJUMI KURZEMĒ UN TO SALĪDZINĀJUMS AR 2005. GADA VEIKTAJIEM KALIBRĀCIJAS MĒRĪJUMIEM .....	16
3.2. VĒJA RADĪTO BOJĀJUMU NOVĒRTĒJUMS DIENVIDKURZEMES MEŽSAIMNIECĪBĀ RAŅĶU IECIRKNĪ .....	17
3.3. EMPĪRISKAIS VĒJA BOJĀJUMU VARBŪTĪBAS MODELIS.....	24
3.3.1. <i>Vēja bojājumu varbūtības modeļa pilnveidošana</i> .....	24
3.3.2. <i>Vēja bojājumu varbūtības modeļa pārbaude ar 2007. gada janvāra vētras datiem</i> .....	35
3.4. FORESTGALES VĒJA RISKĀ MODEĻA APRĒĶINA PIEMĒRS PARASTĀS EGLES AUDZĒM. ....	35
3.5. RISKĀ VADĪBAS SISTĒMAS STRUKTŪRA .....	38
3.5.1. <i>Vēja kā riska cēloņa (draudu) varbūtības izvērtējums</i> .....	41
3.5.2. <i>Novērtēšana pēc notikuma</i> .....	45
<b>IZMANTOTĀ LITERATŪRA .....</b>	<b>48</b>

# Kopsavilkums

**Projekta izpildītājs:** Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

**Projekta vadītājs:** Jānis Donis

**Galvenie izpildītāji:** Jānis Donis, Juris Zariņš, Māris Rokpelnis

**Projekta mērķis:** Izstrādāt vadlīnijas ekstrēmu vēju rezultātā radīto zaudējumu riska mazināšanai

## **Uzdevumi:**

projekta laikā (5 gados):

- Novērtēt 2005. g. janvāra vētru radīto bojājumu ietekmi uz kokaudzēm, augsni.
- Novērtēt vētras radīto bojājumu saistību ar citiem dabiskajiem traucējumiem.
- Novērtēt vētras radīto bojājumu saistību ar cilvēku darbību.
- Izstrādāt lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu vēja bojājumu mazināšanai tabulu vai programmas veidā.

2007. gadā:

- Veikt izlases veida atkārtotus apsekojumus 15 vienu km<sup>2</sup> kvadrātos Kurzemē,
- Veikt atkārtotus apsekojumus 20 parauglaukumos Dienvidkurzemes MS.
- Veikt 2005. g. aerofotoattēlos (Dienvidkurzemes MS) redzamo bojāto daļu ieciparošanu 30 attēli.
- Pilnveidot vēja bojājumu riska vadības sistēmas vispārējo struktūru, ietverot:
  - metodiku vētru bojājumu apjomu sākotnējai novērtēšanai;
  - riska faktoru nozīmīguma, t.sk. telpisko faktoru būtiskumu vērtējums pārbaudot ar 2007. g. janvāra vētras datiem;
  - pilnveidot empīrisko vēja bojājumu varbūtības modeli (prototipu) iekļaujot arī vērtējumā detalizētu telpisko informāciju.

## **Rezultāti:**

2007. gadā apsekotajos 15 vienu km<sup>2</sup> apsekoti 454 nogabali, no tiem bojājumi konstatēti 104 nogabalos. Bojājuma pakāpe būtiski mazāka nekā 2005. gadā, galvenokārt gāzti atsevišķi koki.

Sākotnēji apsekošanai izvēlētajos 20 parauglaukumos netika konstatēts neviens bojāts koks, tādēļ apsekoti vēl 34 paraulaukumi. No vairāk nekā 2000 uzmērītājiem kokiem, 2007. gadā bojāti tikai 2 koki.

Veikta 60 aerofotoattēlu centrālās daļas ieciparošana, 5 ha platība – vainagu klājs, bet centrālajā daļā ieciparoti arī visi attēlos redzami atsevišķie bojātie koki. Informācija būs izmantojama datorā atpazīstamās un lauku mērījumu rezultātu salīdzināšanai.

Aprēķināts, ka vētras, kura pēc sava spēka līdzīga 2005. gada vētrai, pietiekams ir aptuveni 2000 nogabalu apsekojums, lai varētu ar 20-30% precizitāti noteikt kopējo bojājuma apjomu.

Izmantojot uzlaboto binominālo loģistiskās regresijas vienādojumu, aprēķinot bojājuma varbūtību ietekmējošo faktoru nozīmīgumu katrai valdošajai sugai (P, E, B) atsevišķi, konstatēts, ka ievērojami uzlabots ir E modelis, Nagelkerke R<sup>2</sup> sasniedz .313 salīdzinot ar 2006. gadā izstrādāto pagaidu modeli (Nagelkerke R<sup>2</sup> 0,123)

Tomēr izstrādātais modelis 2007. gada janvāra vētras rezultātus spēj paredzēt vāji – tikai eglei tika atpazīti 55% no bojātajām audzēm.

## levads

Ekstrēmi vēja ātrumi (vētras) pēdējos gadu desmitos Eiropas mežsaimniecībai kopumā nodarījuši ievērojamus zaudējumus. 1990. gadā bojāti 100 mlj. m<sup>3</sup>, 1999. gadā 180 mlj. m<sup>3</sup>. 2005. gada janvārī Zviedrijā bojāti ap 80 mlj. m<sup>3</sup>, bet Latvijā ap 7,3 mlj. m<sup>3</sup>. Pēdējās nopietnākās vējgāzes Latvijā bija 1967. un 1969. gados, kad tika bojāti vairāk kā 26 mlj.m<sup>3</sup>. Arī 2007. g. janvārī tika bojāti ap 0,5 mlj. m<sup>3</sup>. Vēja radīto bojājumu risks ir lielā mērā atkarīgs arī no cilvēka saimnieciskās darbības, tai skaitā arī meža apsaimniekotāju darbībām. Lai arī zināšanas par daudziem vēja bojājuma procesa elementiem pēdējos gados Eiropā ir strauji pieaugušas, tomēr ir izstrādātas tikai atsevišķas lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas, piem., ForestGale Lielbritānijā.

Lai izstrādātu ilgtermiņa riska novērtējumu nepieciešamas zināšanas par klimata, topogrāfijas, koka un audžu raksturojuma mijiedarbību. Plašāka telpiskā un laika mēroga modeļu izstrādē, lai kartētu bojājumu varbūtību, saistāmi koku stabilitātes modeļi, kokaudžu inventarizācijas dati, topogrāfijas informācija, kā arī GIS tehnoloģijas. Šāda shēma rada iespēju izstrādāt vispārēju instrumentu, tomēr mežsaimniecības prakses ietekme var arī nebūt pārnesama no citām valstīm, lielā meža tipu, klimata un apsaimniekošanas mērķu kombināciju skaita dēļ.

Latvijā līdz šim veikti atsevišķi pētījumi 70. gados D. Ērgļa un J. Matuzāņa vadībā, kā arī 2005. gadā uzsāktais pētījums, kura gaitā cita starpā apsektas audzes izlases veidā visā Latvijas teritorijā vairāk nekā 10 000 nogabalu. Konstatēts, piem., ka visai būtisku iespaidu uz egļu audžu noturību atstāj saimnieciskā darbība – kopšanas cirtes Latvijas rietumu daļā uz 1-2 gadiem ievērojami paaugstina vējgāžu bojājumu varbūtību. Apkopotā informācija no sanitāro ciršu pārskatiem liecina, ka vidēji sanitārajās kailcirtēs vidēji tika nocirstas ap 1 ha lielas audžu daļas. Ierīkoti 20 parauglaukumi Dienvidkurzemes mežsaimniecībā, kur detāli novērtēti bojājumi pēc vējgāzes, kā arī analizēti Meža resursu monitoringa 2005. gada dati, kas ļauj secināt, ka dažviet, lai arī egle ir tikai piemistrojumā vai pat tikai 2. stāvā, tomēr tieši tā ir cietusi visvairāk.

Pēc pārrunām ar LVM un VMD darbiniekiem, konstatēts, ka pašreiz nav izstrādātas vienotas metodikas nekavējošai vētras bojājuma novērtēšanai jeb situācijas apzināšanai. Speciālisti galvenokārt paļaujas uz intuīciju un savu personisko pieredzi. Iepriekšējo gadu pētījumu rezultāti un arī MRM datu analīze, vedina domāt, ka reālie bojājumu apjomi 2005. gada vētrā ir 1,5 – 2 reizes lielāki nekā oficiālie 7.8 mlj m<sup>3</sup>, tādējādi sākotnējie novērtējumi ir optimistiskāki nekā reālā situācija.

### **Pētījuma mērķis ir izstrādāt vadlīnijas ekstrēmu vēju rezultātā radīto zaudējumu riska mazināšanai.**

Tas ļaus izvēlēties apsaimniekošanas metodes, atbilstoši apsaimniekotāja attieksmei pret risku, ņemot vērā to iespējamību un apjomu, tādējādi palielinot apsaimniekošanas efektivitāti.

### **Uzdevumi:**

projekta laikā (5 gados):

- Novērtēt 2005.g. janvāra vētru radīto bojājumu ietekmi uz kokaudzēm, augsni.
- Novērtēt vētras radīto bojājumu saistību ar citiem dabiskajiem traucējumiem.
- Novērtēt vētras radīto bojājumu saistību ar cilvēku darbību.
- Izstrādāt lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu vēja bojājumu mazināšanai tabulu vai programmas veidā.

2007. gadā:

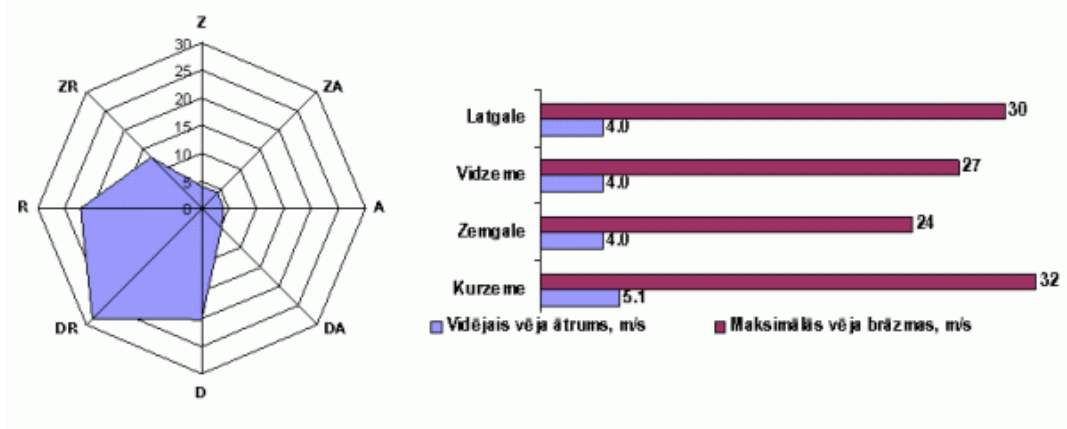
- Veikt izlases veida atkārtotus apsekojumus 15 vienu km<sup>2</sup> kvadrātos Kurzemē,
- Veikt atkārtotus apsekojumus 20 parauglaukumos Dienvidkurzemes MS.
- Veikt 2005. g. aerofotoattēlos (Dienvidkurzemes MS) redzamo bojāto daļu ieciparošanu 30 attēli.
- Pilnveidot vēja bojājumu riska vadības sistēmas vispārējo struktūru, ietverot:
  - metodiku vētru bojājumu apjomu sākotnējai novērtēšanai;
  - riska faktoru nozīmīguma, t.sk. telpisko faktoru būtiskumu vērtējums pārbaudot ar 2007. g. janvāra vētras datiem;
  - pilnveidot empīrisko vēja bojājumu varbūtības modeli (prototipu) iekļaujot arī vērtējumā detalizētu telpisko informāciju.

# 1. Problēmas pamatnostādnes

## 1.1. 2007. gada janvāra vēju raksturojumi

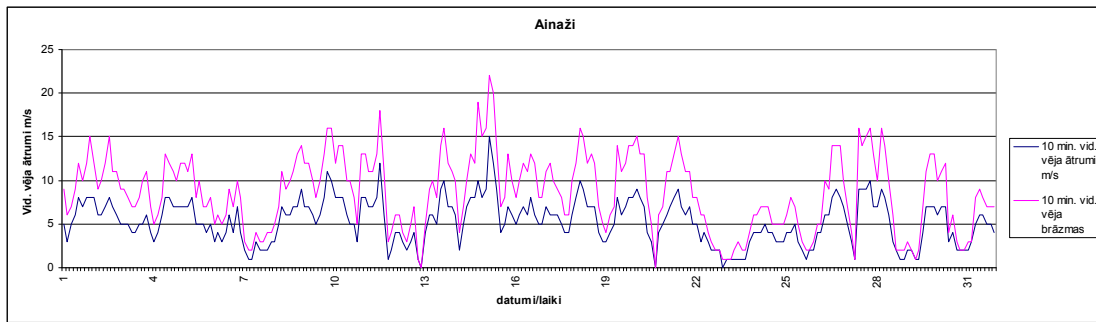
Pēc ekstremāli karstās un sausās vasaras un negaidīti siltā un sausā rudens Atlantijas okeāns bija krietni iesilis un uzkrājis vairāk nekā "parasti" enerģiju. Šī enerģija aktīvu ciklonu veidā tiek atdota atmosfērai. Aktīvie cikloni rada spēcīgu nokrišņu un vēju zonas. Cikloniem virzoties uz austrumiem, šīs ekstremālās dabas parādības virzās pāri Eiropai, radīja postījumus. ([http://klab.lv/users/meteo\\_lv/6770.html](http://klab.lv/users/meteo_lv/6770.html)) (01.11.2007)

2007. gada janvārī vējš pārsvarā pūta no dienvidiem, dienvidrietumiem un rietumiem (*I.I.I.att.*). Mēneša vidējais vēja ātrums bija 4,4 m/s, kas atbilst normai. Mēneša gaitā 20 dienās piekrastes rajonos un atsevišķās dienās arī citviet vējš brāzmās pastiprinājās līdz vētrainam vai pat līdz dažādas intensitātes vētrai. Gandrīz visā Latvijas teritorijā vējš brāzmās 17-27 m/s pūta 11., 14. un 15. janvārī, bet vislielākais brāzmu ātrums, kas atbilst ļoti stipras vētras spēkam, tika sasniegts 14., 15., 20. un 27. janvārī Baltijas jūras piekrastē, kā arī 14. janvārī Zīlānos (Jēkabpilī).

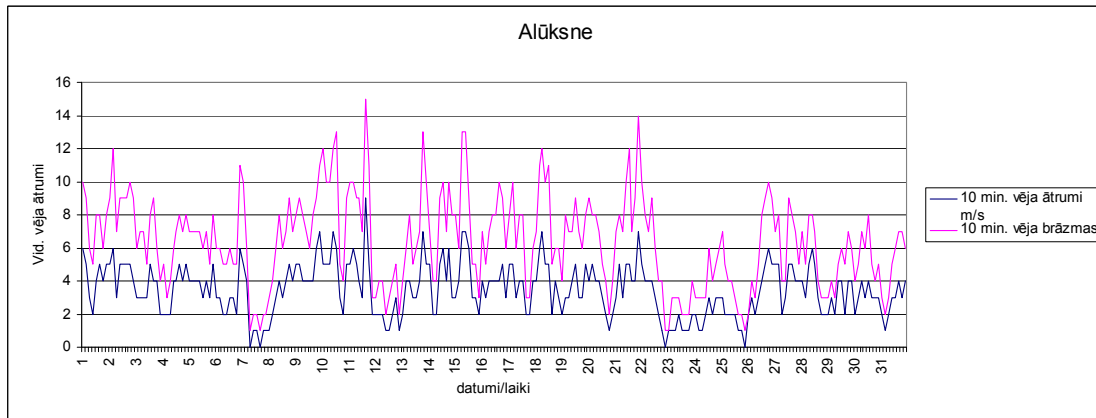


### 1.1.1. Vēja virziens un ātrums Latvijā 2007.gada janvārī <http://www.meteo.lv/public/28795.html> (01.11.2007)

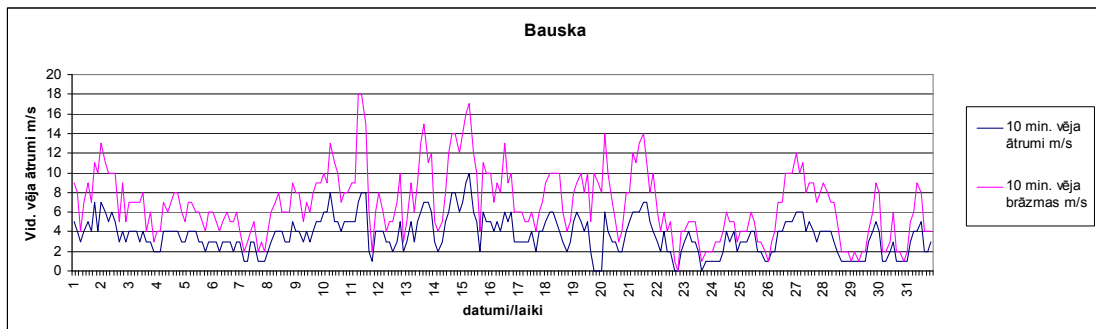
Izmantojot Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras datus izveidoja vidējo vēju ātrumu un vēja ātrumu brāzmās vizuālus grafikus sadalījumā pa janvāra dienām. Viss 2007. gada janvāris bija salīdzinoši ļoti vējains, daudzviet vēju brāzmām pārsniedzot 20 m/s lielu vēja ātrumu.



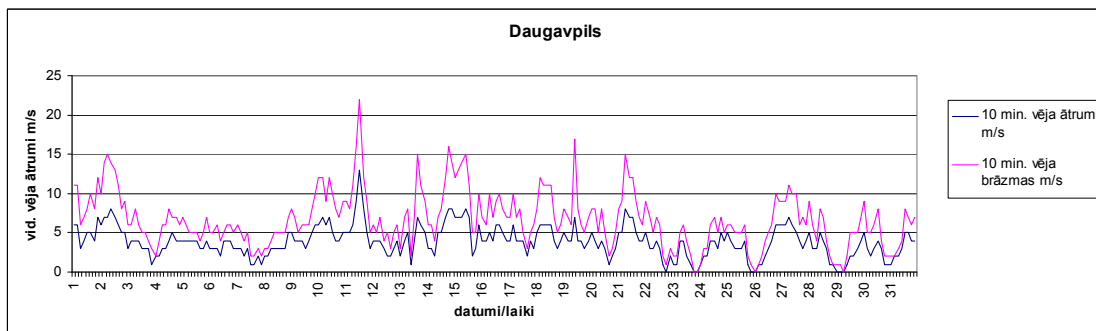
1.1.2.att. 10 minūšu vidējie vēja ātrumi 2007. gada janvārī Ainažu meteostacijā



1.1.3.att. 10 minūšu vidējie vēja ātrumi 2007. gada janvārī Alūksnes meteostacijā

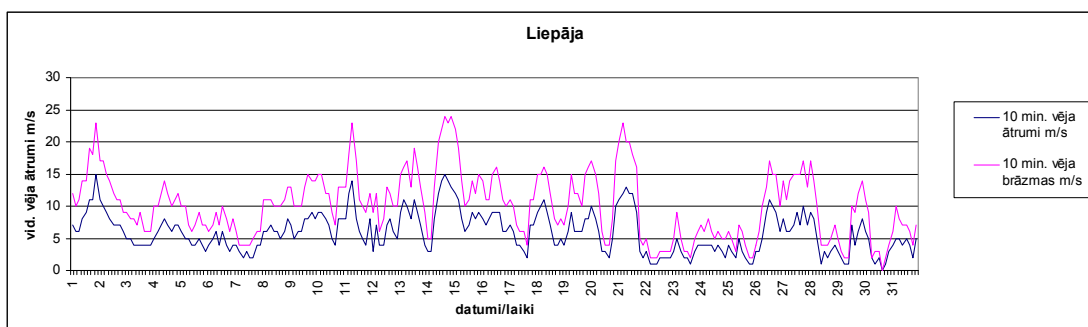


1.1.4.att. 10 minūšu vidējie vēja ātrumi 2007. gada janvārī Bauskas meteostacijā

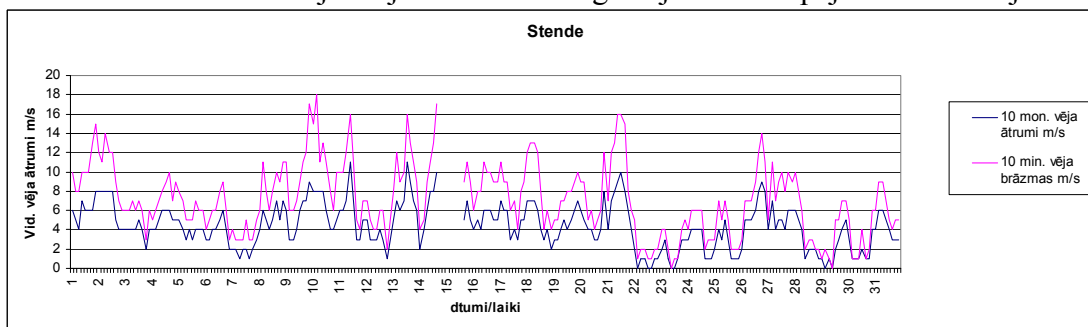


1.1.5.att. 10 minūšu vidējie vēja ātrumi 2007. gada janvārī Daugavpils meteostacijā





1.1.5.att. 10 minūšu vidējie vēja ātrumi 2007. gada janvārī Liepājas meteostacijā



1.1.2.att. 10 minūšu vidējie vēja ātrumi 2007. gada janvārī Stendes meteostacijā

1.1.1.tab.

Lineārās regresijas vienādojumi meteostacijām

Meteostacija	Lineārās regresijas vienādojums
Ainaži	$y = 1.6488x - 0.1164$
Alūksne	$y = 1.6572x + 0.6418$
Bauska	$y = 1.7073x + 0.625$
Daugavpils	$y = 1.7326x - 0.0723$
Liepāja	$y = 1.6102x + 0.571$
Stende	$y = 1.5626x + 0.2678$

y- vidējie vēja ātrumi brāzmās; x- vidējie vēja ātrumi

Vidējo vēju ātrumu sakarības starp vidēja ātrumiem brāzmās ir vidēji 1,6 reizes. Bez kārtējiem vēja radītajiem postījumiem neizpalika arī Latvijas meži. Valsts meža dienesta apkopotā pēdējā informācija par 2007. gada 14.-15. janvāra vētras nodarītajiem postījumiem Latvijas mežos pēc ekspertu vērtējuma liecina, ka nolauzts un izgāzts kopumā varētu būt līdz 500 000 kubikmetriem koksnes. Šajā vētrā cietušās koksnes apjoms ir ievērojami mazāks nekā tas bija pēc 2005. gada janvāra vētras, kad nopostīti tika vairāk kā 7 miljoni kubikmetru koksnes. Vislielākais vējš bija Kurzemes pusē, kur arī ir vislielākie postījumi – Kuldīgas rajonā vējš izgāzis un nolauzis apmēram 110 000 kubikmetru koksnes, Liepājas rajonā 80 000 kubikmetru, Saldus rajonā 30 000 kubikmetru un Ziemeļkurzemē – Ventspils, Talsu un Tukuma rajonā – gandrīz 40 000 kubikmetru koksnes. Vidzemē un Latgalē postījumi mežā ir ievērojami mazāki. Kopumā rajonos, kur vēja brāzmas bijušas mazākas, izgāzto koku apjoms nepārsniedz ikgadējo normālos apstākļos izgāzto koku apjomu. Šī gada vētrā koki galvenokārt ir laužti, nevis gāzti un pārsvarā cietuši koki, kas atrodas mežmalās un cirsmu malās un mežā ir izgāzti tikai atsevišķi koki, bet vienlaidus gāzumi, ja tādi ir veidojušies, salīdzinoši ir maz un tie ir nelielās platībās.

<http://www.vmd.gov.lv/index.php?sadala=35&id=892&ord=37> (01.11.2007)

## 2. Materiāls un metodika

### 2.1. Izlases veida atkārtoti apsekojumi Kurzemes reģionā

Lai pārlicinātos par 2007. gada janvāra vētrā nodarītajiem postījumiem Kurzemes reģionā tika apsekoti 15 objekti, kurus ierīkoja pēc 2005. gada vētras, lai noskaidrotu tās radītos postījumus. Objektus pēc nejaušības principa izvēlējās Kurzemes reģionā. Katrā no objektiem apsekoja vismaz trešdaļu no visiem tajā esošajiem nogabaliem. Katrā nogabalā novērtēja 2007. gadā vēja radītos bojājumus un nogabalu izmaiņas (2006. un 2007. gada izcirtumus).

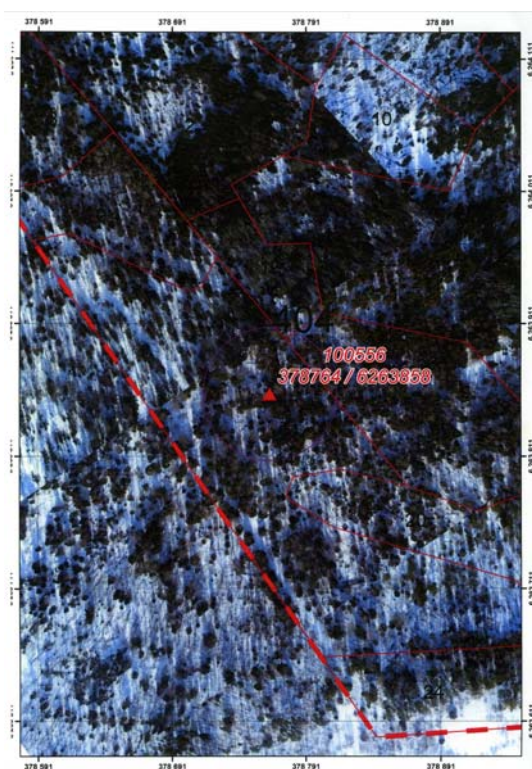
Iegūtos apsekojumu datus elektroniskā veidā ievadīja MS Excel datorprogrammā, kur tos arī apstrādāja izmantojot PivotTable funkciju.

### 2.2. Atkārtoti objektu apsekojumi Dienvidkurzemes mežsaimniecības Raņķu iecirknī

Objekti 2006. gada rudenī tika ierīkoti Dienvidkurzemes mežsaimniecības Raņķu iecirknī. Kopumā ierīkoja 78 parauglaukumus.

#### *Vēja radīto bojājumu novērtēšanas Raņķu iecirknī lauku darbu metodika*

Katrā no 20 subjektīvi izvēlētajiem traktiem iekārtoti 4 parauglaukumi (2.2.1. un 2.2.2.att.)



2.2.1.att. Aerofotoattēls Raņķu iecirknī (LVM dati)

Parauglaukumi traktā tiek izvietoti sekojoši: 1. parauglaukuma centrs ir trakta centrā. Otrs parauglaukuma centrs 30 m uz ziemeļiem no pirmā parauglaukuma. 3. parauglaukuma centrs 135° azimūtā no pirmā parauglaukuma 42,42m attālumā, savukārt ceturtais parauglaukuma centrs 225° azimūtā no 1. parauglaukuma 42,42 m attālumā (2.2.2.att.).

Trakta centru atrod izmantojot GPS iekārtu.

Koordinātes tiek precizētas ar GPS vismaz 5 minūtes.

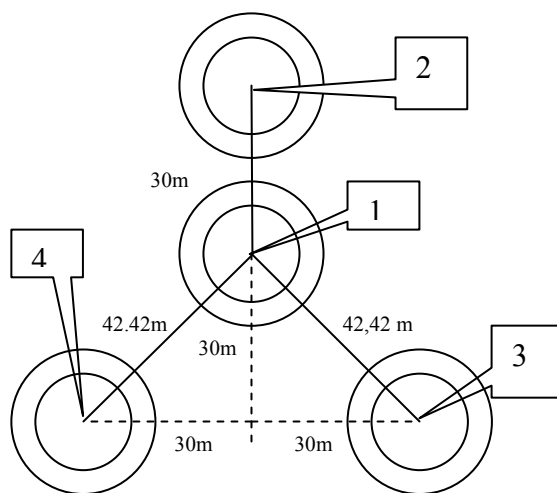
Pārējo parauglaukumu centrus atrod izmantojot mērlenti un kompasu. Pēc tam tā centru fiksējot ar GPS vismaz 5 minūtes.

Parauglaukuma vispārējs raksturojums un identifikācija - atbilstoši meža resursu monitoringa metodikai.

Parauglaukumos tiek veikta:

- Koku uzskaitē parauglaukumā atbilstoši meža resursu monitoringa metodikai (netiek noteikta defoliācija un dehromācija).
- Atmiruma uzskaitē ar atsevišķu kodu fiksē 2005. gada vētrā bojātos kokus un uzmēra kritalu un stumbeņu virzienu no resgaļa vai celma uz tievgali.

2007. gadā visiem 20 traktiem tika nomarkēti centri jeb 1. parauglaukuma viduspunkti (parauglaukuma centrā iedzīts mietiņš vismaz 0,5 m virs zemes). 16 objektiem nomarkēja visu četrus parauglaukumus (n – 54). Visos marķētajos parauglaukumos novērtēja 2007. gada janvāra vērtā radītos bojājumus.



2.2.2.att. parauglaukumu izvietojuma shēma objektos

#### *Vēja radīto bojājumu novērtēšanas Raņķu iecirknī kamerālo darbu metodika*

No 249 uzņemtajiem aerofotoattēliem subjektīvi atlasīja 20 traktus, tā lai katrā objektā būtu 2005. gada janvāra vētrā radītie bojājumi. Visos 20 traktos 2006. gada novembrī ierīkoja 4 parauglaukumus, kuru dati elektroniskā veidā tika ievadīti un apstrādāti MS Excel formātā. Katrs parauglaukums ir 500 m<sup>2</sup> liels (rādiuss – 12,62 m).

Koku augstumi mērīti katrā parauglaukumā pa sugu elementiem skaita ziņā tik daudz, lai varētu izvilkāt katram elementam augstumlīkni. Ja kādam elementam koku

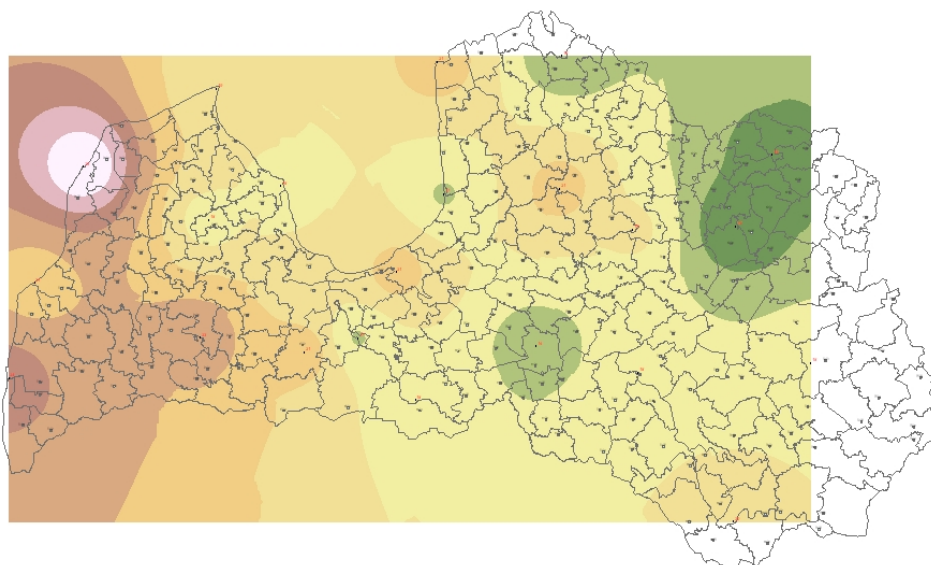
skaitis bija pārāk maz, lai izvilku augstumlīkni, šos kokus pievienoja citām koku sugām ar līdzīgām morfoloģiskām īpašībām, piem. melnalksni apvienoja ar bērzu, un izvilka vienu kopēju augstumlīkni, tādējādi iegūstot koku augstumus visiem kokiem. Aprēķinot augstumus tiek izmantotas prof. R.Ozoliņa formulas. No iegūtajiem augstumiem izmantojot prof. I.Liepas stubra tilpuma formulas (Liepa, 1996) aprēķina koka tilpumu katram augošam kokam .

Katrā parauglaukumā uzmērīja arī 2005. gada vētrā cietušos kokus jeb to koku palikušās daļas (celmus, stubņus, kritalas). Zinot celmu caurmēru pēc J. Matuzāna formulām pārrēķina koku bijušo krūšaugstuma caurmēru, no kura izmantojot prof.I.Liepas formulas iegūst bojāto koku tilpumu. (Нормативы для таксации леса Латвийской ССР, 1988)

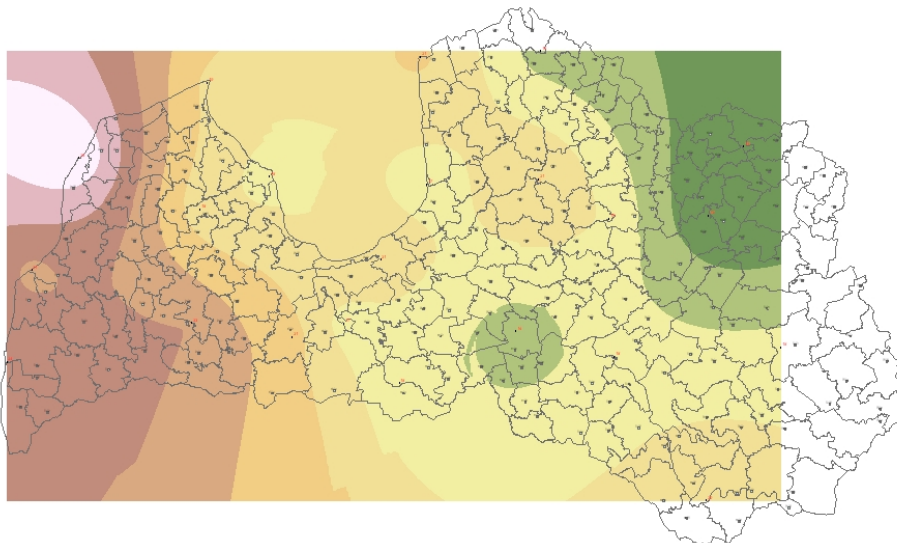
Datus analizēja pa atsevišķām koku sugām katrā parauglaukumā atsevišķi. Melnalkšņus, baltalkšņus, ozolus, ošus, vītulus, blīgznas un ievas, to mazā skaita dēļ, tiek apvienotas vienkopus – Citi (C).

### **2.3. Vēja ātrumu interpolācija starp meteostacijām 2007. g. janvārī Kurzemē**

Katrai no meteostacijām aprēķinātu janvāra dienu maksimālo ātrumu brāzmās vidējā vērtība, kura interpolēta starp meteostacijām izmantojot , ArcGIS instrumentu tool IWD un Kriging dažādus parametrus un izvēlēts vizuāli loģiskākais interpolētā virsma.



*2.2.3. Vēja ātrumu interpolācija starp meteostacijām izmantojot IWD metodi (ArcGIS)*



2.2.4. Vēja ātrumu interpolācija starp meteostacijām izmantojot Kriging metodi (ArcGIS)

## 2.4. Aerofoto attēlu analīze

Datu apstrādei izmantoti LVM aerofotoattēli, kas uzņemti 2005. g. martā Raņķu iecirkņa 1 masīva.

Attēlu apstrāde notiek izveidojot klasifikācijas projektu, kuram tiek pievienoti analizējamie attēli. Ņemot vērā analizējamo attēla pikseļu skaitu, kas ņemot vērā visas trīs attēla krāsu (spektra) joslas ir ap 16 miljoniem, lai sagatavotu un notestētu segmentācijas, klasifikācijas un eksportēšanas nosacījumus pirms pamata analīzes, izmantojama daļa attēla, sagatavojot tā saukto *subsect selection*. To var veikt attēla pirmās ielādēšanas laikā vai pēc tam modificējot projekta iestatījumus.

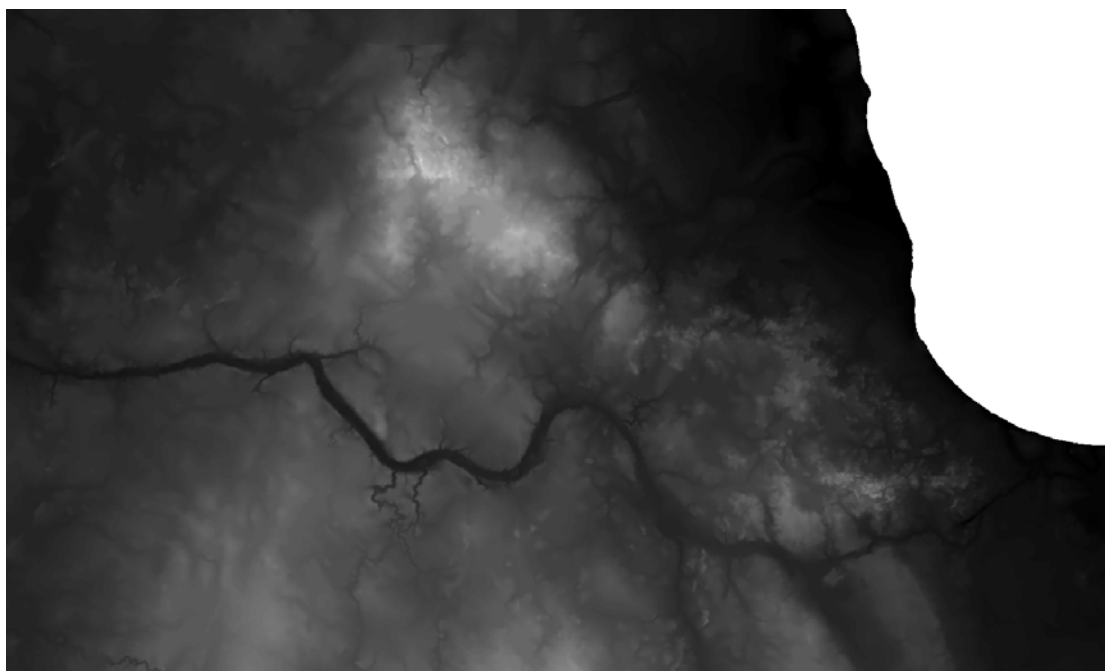
Attēla segmentācija (*segmentation*) Definiens Professional nepieciešams veikt pirms tālākas klašu izdalīšanas – klasifikācijas. Lai iegūtu maksimāli labus klasifikācijas rezultātus, nepieciešams pietuvināti reālajai situācijai veikt sākotnējo segmentāciju. Attēlu klasifikācijā noteikti divi uzdevumi:

- meža „maskas” izdalīšana vai pretēji – atklāto teritoriju izdalīšana;
- izgāzto koku ģeometrijas atpazīšana.

Katram uzdevumam izvēlas atsevišķu segmentācijas metodi un metodes nosacījumus. Meža maskas izdalīšanai izvēlas *Spectral Difference Segmentation*, kas sadala attēlu vairāk tikai pēc spektra joslu pieraksta līdzīguma. Šajā gadījumā izdalīti lielāki objekti, kuros vienkāršāka tālāka klasifikācija. Izgāzto koku ģeometrijas izdalīšanai lietoto *Multiresolution Segmentation* un nosacījumus, kurus izvēloties dialoga logā var uzsvērt krāsas vai objektu pirmšķirīgumu un objektu kompaktnumu vai saplūšanu. Šajā gadījumā lielāks uzsvars uz kompaktnu objektu atpazīšanu.

### Topex

Topex datu sagatavošanai pamatā ir ņemta Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) satelītkartes M 1:50000 augstuma līniju (horizontāļu) informācija. No horizontālēm ir iegūts digitālais virsmas modelis (DTM) ar rastra pikseļa izšķirtspēju 25x25 m. Lai veiktu horizontāļu vērtību attālumu aprēķinus, DEM rastrs tiek konvertēts uz punktu tīklu ar pievienotu rastra augstuma informāciju.



#### 2.2.5. attēls. DEM piemērs.

Topex aprēķiniem nepieciešamo tuvāko punktu atlasīšanu veic ArcGIS datorprogrammā, kur katram punktam nosaka tuvākos punktus definētā attālumā. Tā kā katram punktam ir noteiktas koordinātes, tad ar blakus esošo punktu identifikatoru attiecības tabulu apvienojot punktu koordinātu tabulas, iespējams aprēķināt azimutu uz katru no noteiktajiem blakus esošajiem punktiem definētajā attālumā.

No kopējā punktu saraksta atlasa astoņu direkcionalo virzienu informāciju, kurai izejot no punktu augstuma informācijas, tiek izrēķināta augstuma starpība, kas sekojoši kopā ar attālumu līdz punktam tiek izmantota topex vērtību aprēķinā.

Pēc aprēķinātajām vērtībām katram punkta identifikatoram tiek noteikta uz katra no astoņiem direkcionalajiem virzieniem esošo blakus punktu maksimālās vērtības.

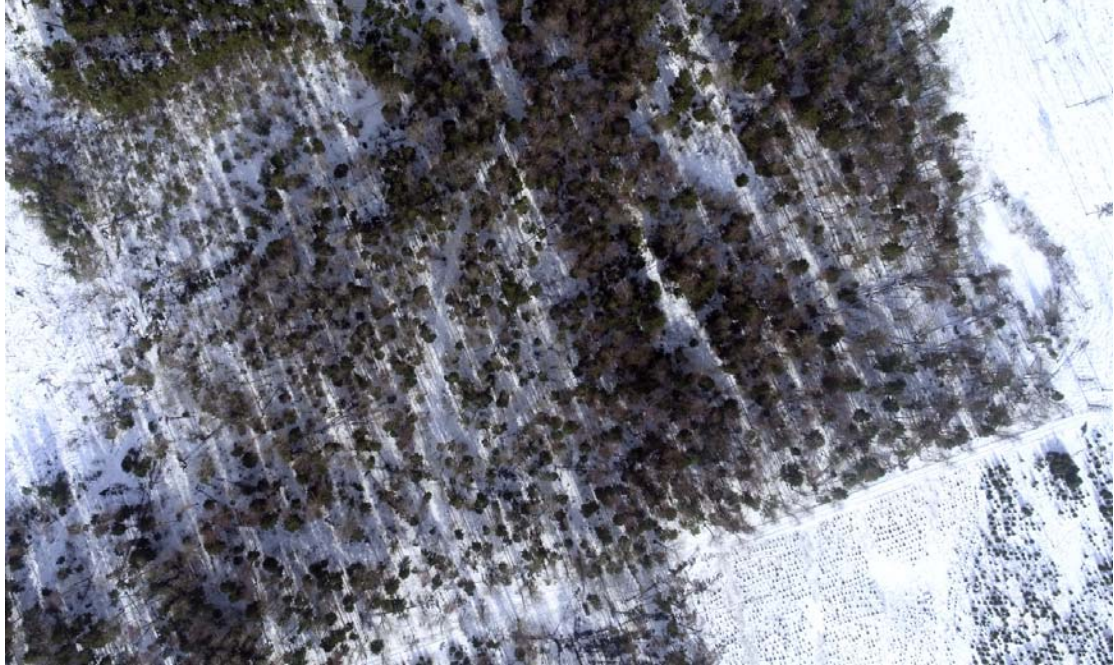


#### 2.2.6. Attēls. Topex punktu attēlojums pēc to vērtības. Vainagu novērtēšana aerofoto bildēs.

Aerofoto attēlos noteiktā rastra sadalījuma informācija, nosakot koku vainagus, tiek konvertēta uz vektoru poligonu datiem ar ArcGIS funkciju Raster to Polygon. Kovertējot tiek saglabāta klasifikācijas rastra vērtību informācij, kas nepieciešama vainagu poligonu tālākai atlasīšanai. Lai salīdzinātu teritorijas ar vizuāli un manuāli iezīmētajām teritorijām izmanto ArcGIS analīzes funkciju Union, kas



savstarpēji transformējot divus vai vairākus poligonu slāņus, to sakrišanas gadījumā visai poligona teritorijai vai poligona teritorijas daļai, pievieno abu izejas slāņu informāciju, bet to nesakrišanas gadījumā saglabā viena vai otra slāņa informāciju. Tālāk aprēķina jauno poligonu platības un veic statistisko analīzi.



2.2.7. Attēls. Aerofoto fragments.



2.2.8. Attēls. Vainagu teritorijas vektoru attēlā.

### 3. Diskusija

#### 3.1. 2007. gada izlases veida atkārtoti apsekojumi Kurzemē un to salīdzinājums ar 2005. gada veiktajiem kalibrācijas mērījumiem

Kopumā apsekoja 454 meža nogabalus, no kuriem 104 nogabalos konstatēja 2007. gada vēja radītos bojājumus. Vēja radītie bojājumi, galvenokārt, izpaudās kā gāzti atsevišķi koki, vai nelielas koku grupas. Galvenā vēja bojātā koku suga bija egļe, kura tika izgāzta ar saknēm, laužto koku īpatsvars sastādīja nelielu procentu.

3.3.1. tab.

2007. gadā apseko to objektu vispārīga informācija

Objekts	Apseko to nogabalu skaits	Vēja bojāto nogabalu skaits	Bojāto nogabalu īpatsvars, %	Vidēji bojātā krāja m <sup>3</sup> /ha objektā	Vidējais vecums bojātajām audzēm	Bojāto egļu audžu īpatsvars no visām bojātajām audzēm, %
7201	24	7	29	2.7	61	50
7204	33	9	27	1.7	54	21
7206	36	10	28	1.6	91	15
7302	35	14	40	9.8	59	33
7308	27	10	37	4.0	35	31
7310	35	1	3	1.0	53	7
8102	14	5	36	1.6	42	25
8103	26	9	35	3.4	69	25
8204	18	4	22	1.0	71	0
8205	44	5	11	1.0	60	15
8206	42	8	19	1.3	71	40
8208	25	5	20	1.6	48	15
8306	27	5	19	1.6	34	24
8601	24	6	25	1.2	50	0
8607	44	6	14	3.5	63	0
<b>KOPĀ</b>	<b>454</b>	<b>104</b>	<b>23</b>	<b>2.5</b>	<b>57</b>	

Vēja bojāto nogabalu īpatsvars ir 23 %, kas ir samērā augsts rādītājs, taču bojātā audžu krāja m<sup>3</sup>/ha vidēji sastāda tikai 2,5 m<sup>3</sup>/ha (3.3.1.tab.). Lielākoties bojātajos nogabalos vēja bojāti tika konstatēti viens vai pāris koki, kas sastāda nelielu bojāto krāju.

Izņemot dažus objektus 2005. gada janvāra vētras laikā vidējie vēja ātrumi brāzmās bija lielāki nekā 2007. gada janvāra vētrā (3.1.2.tab.). Tieši vēja ātrums ir galvenais faktors, kurš ietekmēja vēja radītos bojājumus. Jo mazāks vēja ātrums, jo mazāka vēja radīto bojājumu pakāpe. Bojāto nogabalu īpatsvars no kopējo nogabalu skaita 2005. gada vētrā bija vairāk kā divas reizes lielāks, bet vidēji bojātā krāja 4 – 5 reizes lielāka nekā 2007. gadā.



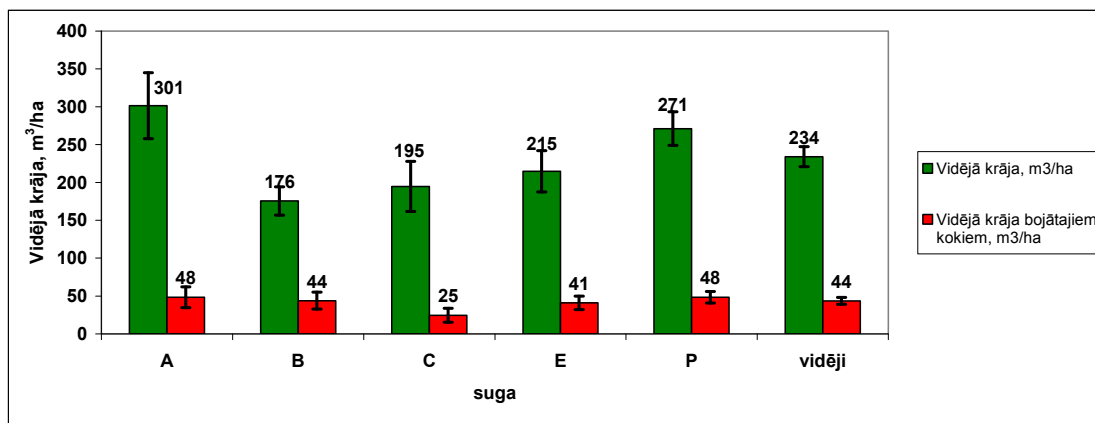
**2005. gada janvāra vētras un 2007. gada janvāra vētras radīto bojājumu  
apkopojums**

Objekts	Vidējais vēja ātrums brāzmās 2007. gada janvārī m/s	Vidējais vēja ātrums brāzmās 2005. gada janvārī m/s	Vidēji bojātā krāja m <sup>3</sup> /ha 2005. gada janvāra vētrā	Vidēji bojātā krāja m <sup>3</sup> /ha 2007. gada janvāra vētrā	Bojāto nogabalu īpatsvars 2005. gadā, %	Bojāto nogabalu īpatsvars 2007. gadā, %
7201	22	24	7.8	2.7	75.9	29.2
7204	19	21	17.8	1.7	58.3	27.3
7206	19	21	15.4	1.6	75.5	27.8
7302	23	22	4.6	9.8	65.0	40.0
7308	21	24	6.9	4.0	29.3	37.0
7310	23	21	2.6	1.0	47.2	2.9
8102	23	20	3.1	1.6	77.8	35.7
8103	23	22	28.6	3.4	79.2	34.6
8204	19	23	11.7	1.0	37.5	22.2
8205	19	22	34.3	1.0	63.0	11.4
8206	19	26	3.5	1.3	40.0	19.0
8208	19	24	3.7	1.6	56.8	20.0
8306	21	21	11.9	1.6	74.3	18.5
8601	22	25	6.0	1.2	61.0	25.0
8607	21	23	3.2	3.5	37.7	13.6
<b>Kopā</b>			<b>11.7</b>	<b>2.5</b>	<b>58.0</b>	<b>22.9</b>

**3.2. Vēja radīto bojājumu novērtējums Dienvidkurzemes  
mežsaimniecībā Raņķu iecirknī**

Pavisam kopumā uzmērīja 2178 vienības (kokus, celmus, kritalas, stubeņus), no kurām 398 vienības tika konstatētas kā vēja bojātas (tai skaitā 16 stubeņi un kritalas veidojušies no viena koka). Tika ierīkoti 78 parauglaukumi. Veicot atkārtotu apsekojumu/mērījumus 2007. gadā vasarā 54 parauglaukumos kopumā tika konstatēti tikai *divi* 2007. gadā vēja bojāti koki.

Atkarībā no katra parauglaukuma valdošās koku sugas, kuru noteica atkarībā pēc krājas, krasi atšķiras parauglaukuma kopējā krāja, un līdz ar to arī 2005. gada vēja radītie bojājumi ir atšķirīgi vērtējot parauglaukumus atsevišķi. Vislielākā parauglaukumu krāja m<sup>3</sup>/ha ir 101429\_2 objektā, kura ir 576 m<sup>3</sup>/ha, bet vismazākā krāja ir 102356\_3 objektā - 33 m<sup>3</sup>/ha. Vēja radītie bojājumi objektos svārstās no 0 – 100 % no kopējās krājas (vidēji 22,3 %) (3.2.2.tab.).

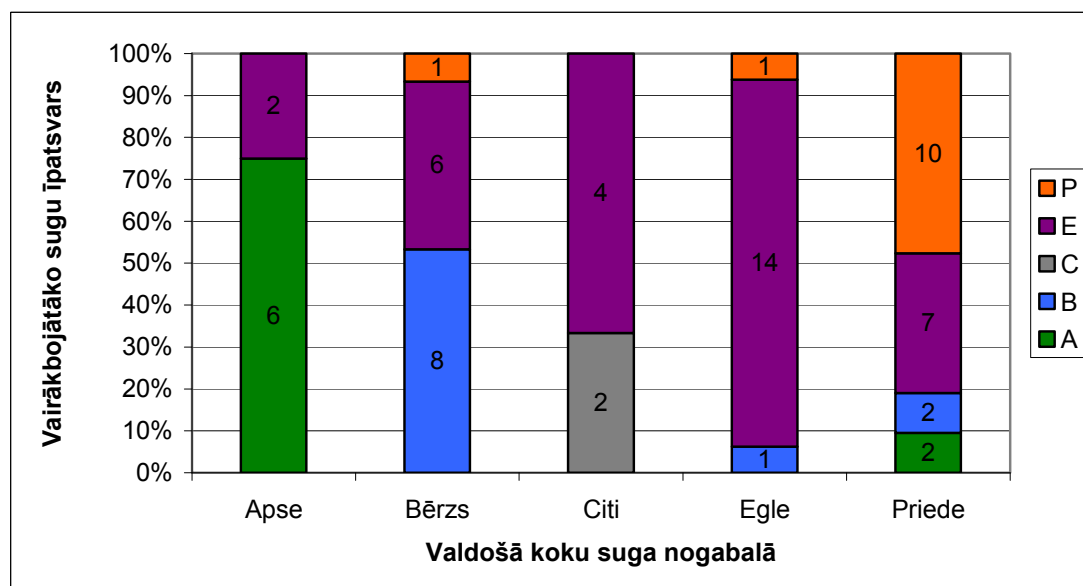


3.2.1.att. Vidējā krāja pa valdošajām koku sugām objektos augošajiem un bojātajiem kokiem

3.2.1.tab.

Valdošo koku sugu un vairākbojātāko koku sugu nogabalu daudzums pa visiem objektiem kopumā

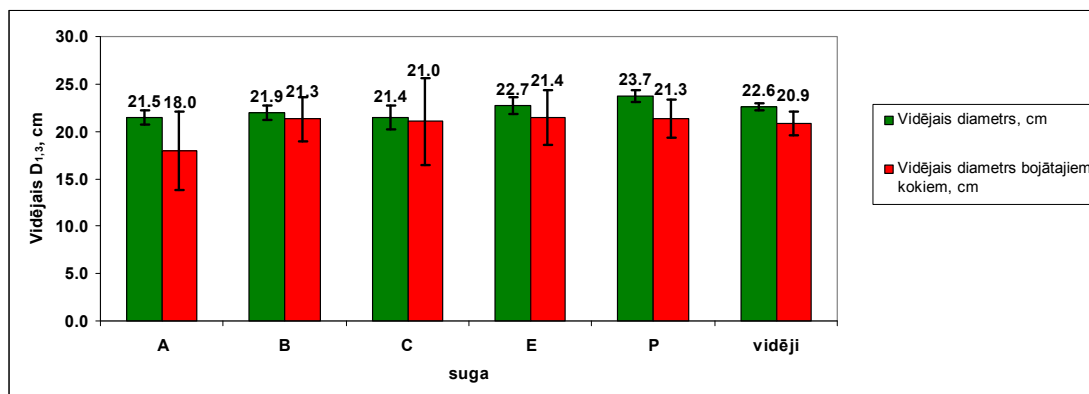
Vairākbojātākā koku suga	Valdošā koku suga				
	Apse	Bērzs	Citi	Egle	Priede
Apse	6				2
Bērzs		8		1	2
Citi			2		
Egle	2	6	4	14	7
Priede		1		1	10
<b>Nogabalu skaits kopā</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>24</b>



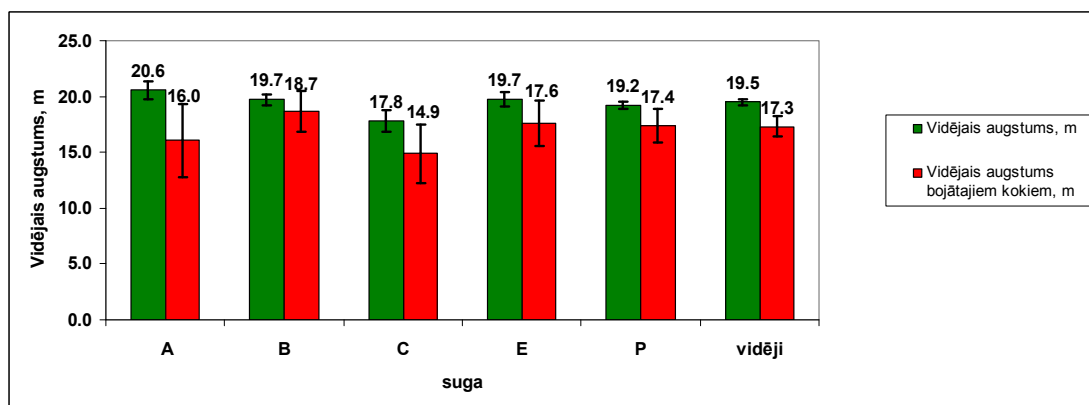
3.2.2.att. Valdošo koku sugu un vairākbojātāko koku sugu nogabalu daudzums pa visiem objektiem kopumā

Pret vēja radītajiem bojājumiem visnoturīgākās audzes ir tās, kuru valdošā koku suga ir zem koda – citi. Tās ir lapu koku sugas, kuras ir nelielām dimensijām vai arī,

kurām ir spēcīga, izteikta sakņu sistēma. Vislielākie vēja radītie bojājumi ir apšu, bērzu un priežu audzēs. (3.2.1.att.). Taču šī lielākā bojājumu pakāpe ir cieši saistīta ar egles piemistrojumu vai egles otrā stāva esamību, kura ir visnenoturīgākā koku suga pret vēja radītajiem bojājumiem, ko lieliski pierāda apšu audzes vidējo augstumu sadalījumi. Bojātie koki apšu audzēs ir būtiski īsāki nekā vēja neskartie koki. Šī tendence ir vērojama visām koku sugām (3.2.1.tab. un 3.2.2. līdz 3.2.4.att.).



3.2.3.att. Kopējais koku un bojāto koku vidējie diametri atkarībā no parauglaukumos konstatētas valdošās koku sugas



3.2.4.att. Visu koku un bojāto koku vidējie augstumi atkarībā no parauglaukumos konstatētas valdošās koku sugas

### LVM Raņķu iecirknī ierikoto parauglaukumu vidējie rādītāji

2007. gada kontrole	Objekts	MAAT	Krāja PL m <sup>3</sup>	Krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātā krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātās krājas % PL	Valdošā koku suga PL	Vairāk bojātākā koku suga PL	Vidējais D <sub>1.3</sub> PL, cm	Vidējais augstums (h) PL, m	Vidējais D1.3 PL bojātajiem kokiem, cm	Vidējais augstums PL bojātajiem kokiem, m
Veikta	100618_1	Dm	9.0	180	60	33.3	P	E	21.8	18.1	26	21.1
Veikta	100618_2	Dm	8.6	171	20	11.6	E	E	21.4	19.0	18	17.6
Veikta	100618_3	Dm	11.0	220	0	0	P	-	21.3	18.1	-	-
Veikta	100618_4	Dm	24.3	486	81	16.7	A	A	22.0	22.7	19	21.2
Veikta	100735_1	Vr	8.3	166	110	66.1	A	A	22.9	16.1	27	18.3
Veikta	100735_2	Vr	5.5	109	29	26.7	A	A	17.7	16.2	19	18.2
Veikta	100735_3	Vr	6.6	132	0	0	C	-	20.6	15.8	-	-
Veikta	100735_4	Vr	4.1	83	9	10.6	E	B	20.0	15.8	20	17.9
Veikta	101049_1	Vr	7.7	154	35	23.0	B	E	21.4	19.6	36	23.9
Veikta	101049_2	Vrs	11.2	224	56	25.0	C	E	19.9	18.9	28	19.9
Veikta	101049_3	Vr	8.7	174	7	3.9	B	E	18.5	17.6	24	19.7
Veikta	101049_4	Vr	11.7	234	6	2.6	B	E	22.1	19.1	18	15.1
Veikta	101323_1	Db	9.7	195	19	9.5	C	E	17.9	17.6	14	15.5
Veikta	101323_2	Vr	7.3	145	64	44.1	E	E	21.4	18.9	21	18.7
Veikta	101323_3	Vrs	14.8	297	5	1.7	C	E	20.5	19.9	14	16.0
Veikta	101323_4	Vr	11.9	238	37	15.6	E	E	19.3	18.6	19	18.0
Veikta	101356_1	As	13.1	263	103	39.4	P	A	26.9	20.0	30	20.1
Veikta	101356_2	As	12.1	241	61	25.2	C	C	27.6	20.3	27	19.5
Veikta	101356_3	As	12.0	240	19	7.9	C	E	24.2	19.0	28	19.5
Veikta	101356_4	As	20.4	408	114	28.0	P	P	28.2	21.1	33	22.8
Veikta	101429_1	Vr	21.0	420	79	18.9	A	A	22.2	20.5	44	26.5
Veikta	101429_2	Vr	28.8	576	111	19.3	A	A	27.1	24.4	30	27.1

2007. gada kontrole	Objekts	MAAT	Krāja PL m <sup>3</sup>	Krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātā krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātās krājas % PL	Valdošā koku suga PL	Vairāk bojātākā koku suga PL	Vidējais D <sub>1.3</sub> PL, cm	Vidējais augstums (h) PL, m	Vidējais D1.3 PL bojātajiem kokiem, cm	Vidējais augstums PL bojātajiem kokiem, m
Veikta	101429_3	Vr	16.3	327	9	2.8	E	E	19.8	20.1	17	16.0
Veikta	101429_4	Vr	10.8	217	14	6.4	B	E	16.3	18.7	21	17.2
Veikta	101513_1	Dm	14.5	290	38	13.2	P	P	23.4	18.4	24	18.8
Veikta	101513_2	Dm	16.8	336	73	21.8	P	E	30.8	19.5	32	20.3
Veikta	101513_3	Vrs	11.4	229	0	0	P	-	21.7	16.5	-	-
Veikta	101513_4	Dm	9.8	197	0	0	P	-	22.9	18.3	-	-
Veikta	101524_1	Vr	25.1	501	95	18.9	P	P	27.8	20.1	26	19.8
Veikta	101524_2	Dm	9.9	199	7	3.6	P	C	18.6	17.2	15	15.7
Veikta	101524_3	Dm	15.4	307	14	4.5	P	C	22.4	19.2	19	18.3
Veikta	101524_4	Dm	12.2	244	16	6.4	P	E	21.3	16.6	18	14.8
Veikta	101749_1	Vr	11.3	227	75	33.1	E	E	21.0	20.5	19	19.9
Veikta	101749_2	Vr	12.3	246	0	0	E	-	21.9	21.1	-	-
Veikta	101749_3	Vr	11.8	235	0	0	A	-	19.8	20.9	-	-
Veikta	101800_1	As	11.3	227	171	75.5	B	B	23.9	20.5	25	22.0
Veikta	101800_2	As	12.5	250	62	24.8	B	B	21.3	20.3	22	20.9
Veikta	101800_3	As	24.3	486	87	17.9	E	E	34.3	25.5	43	30.2
Veikta	101800_4	As	8.3	167	0	0	A	-	20.3	22.4	-	-
Veikta	101811_1	Vr	17.0	340	18	5.4	A	E	19.9	20.6	18	20.9
Veikta	101811_2	Vr	14.2	284	0	0	A	-	19.9	18.6	-	-
Veikta	101811_3	Vr	18.5	370	70	18.9	E	E	27.8	20.8	37	28.0
Veikta	101811_4	Vr	4.6	92	0	0	E	-	25.0	19.9	-	-
Veikta	102356_1	Vr	8.0	159	34	21.4	E	E	21.5	17.0	29	20.7
Veikta	102356_2	Vr	10.5	209	31	14.9	P	P	23.9	19.2	27	19.8
Veikta	102356_3	Gr	1.6	33	13	39.2	C	C	19.1	13.1	36	13.7
Veikta	102356_4	Vr	6.3	127	41	32.1	B	B	18.9	15.1	34	23.2
Veikta	102544_1	Vr	18.5	370	27	7.4	E	E	24.4	23.0	19	20.9

2007. gada kontrole	Objekts	MAAT	Krāja PL m <sup>3</sup>	Krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātā krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātās krājas % PL	Valdošā koku suga PL	Vairāk bojātākā koku suga PL	Vidējais D <sub>1.3</sub> PL, cm	Vidējais augstums (h) PL, m	Vidējais D1.3 PL bojātajiem kokiem, cm	Vidējais augstums PL bojātajiem kokiem, m
Veikta	102544_2	Vr	14.1	281	149	53.1	E	E	25.5	23.7	25	23.6
Veikta	102544_3	Vr	15.9	319	46	14.5	P	P	22.6	22.0	26	25.1
Veikta	102544_4	Vr	23.9	479	15	3.1	P	A	25.4	22.0	20	23.6
Veikta	102555_1	Dm	2.9	59	0	0	B	-	18.9	17.0	-	-
Veikta	102555_2	Vr	14.0	279	9	3.4	B	B	22.5	21.9	24	24.0
Veikta	102555_3	Dm	13.6	272	105	38.5	B	E	29.1	22.5	29	24.1
Nav veikta	100303_1	Vr	6.4	128	63	48.8	B	E	25.6	21.5	26	21.9
Nav veikta	100303_2	Vr	2.7	54	54	100.0	B	B	21.9	21.1	22	21.1
Nav veikta	100303_3	Vr	1.9	39	26	66.4	E	E	24.3	19.7	24	18.8
Nav veikta	100303_4	Vr	6.5	130	85	65.6	B	B	18.1	18.3	19	20.1
Nav veikta	100314_1	Dm	18.6	372	98	26.4	P	P	22.7	21.2	18	18.9
Nav veikta	100314_2	Dm	11.1	221	88	39.9	A	A	23.3	23.1	21	24.0
Nav veikta	100314_3	Dm	12.0	241	86	35.7	P	P	20.6	18.7	18	17.6
Nav veikta	100314_4	Dm	8.8	176	24	13.6	P	E	18.7	16.5	27	19.8
Nav veikta	100629_1	As	3.8	76	59	77.7	E	E	22.1	17.9	23	18.1
Nav veikta	100629_2	As	2.1	41	29	71.3	P	E	25.2	19.1	24	19.2
Nav veikta	100629_3	As	4.8	96	10	10.8	B	P	24.4	18.5	18	20.7
Nav veikta	100629_4	As	9.3	186	96	51.6	P	P	22.2	18.4	22	18.2
Nav veikta	100640_1	As	5.4	107	73	67.9	B	B	24.1	20.7	26	21.2
Nav veikta	100640_2	As	22.4	448	22	4.8	P	E	29.5	21.8	38	28.4
Nav veikta	100640_3	As	12.9	259	75	28.9	E	P	24.7	20.3	34	20.9
Nav veikta	100640_4	As	8.9	179	0	0	B	-	23.2	20.7	-	-
Nav veikta	100651_1	Dm	11.6	233	43	18.5	P	P	25.3	19.8	25	19.1
Nav veikta	100651_2	As	7.5	149	0	0	E	-	17.7	17.8	-	-
Nav veikta	100651_3	Dm	10.4	208	81	39.1	P	E	23.0	18.5	19	17.3
Nav veikta	100651_4	As	11.1	223	70	31.5	P	P	23.5	19.4	26	19.3

2007. gada kontrole	Objekts	MAAT	Krāja PL m <sup>3</sup>	Krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātā krāja m <sup>3</sup> /ha	Vēja bojātās krājas % PL	Valdošā koku suga PL	Vairāk bojātākā koku suga PL	Vidējais D <sub>1.3</sub> PL, cm	Vidējais augstums (h) PL, m	Vidējais D1.3 PL bojātajiem kokiem, cm	Vidējais augstums PL bojātajiem kokiem, m
Nav veikta	100943_1	Vr	12.9	259	28	10.9	E	E	24.2	21.1	43	29.5
Nav veikta	100943_2	Vr	5.2	104	12	11.4	E	E	15.5	14.3	16	15.5
Nav veikta	100943_3	Vr	15.0	299	12	4.0	B	B	22.8	21.7	19	21.9
Nav veikta	100943_4	Vr	15.5	311	15	4.9	A	E	21.2	20.5	20	20.4

### 3.3. Empīriskais vēja bojājumu varbūtības modelis

#### 3.3.1. Vēja bojājumu varbūtības modeļa pilnveidošana

2006. gadā izmantoja binārās loģistiskās regresijas analīzi, kurā pēc metodēm kā būtiski atzīti vieni un tie paši faktori, tomēr augstāks determinācijas indekss bija „forward” metodei. Vienādojums izskaidro visai nelielu daļu no datu izkļedes Nagelkerke  $R^2=0.123$  Kopumā modelis precīzi noteicis tikai 66,2 % gadījumos vai audze ir bojāta vai nē. (Skat 3.3.1.tab. un 3.3.2.tab.)

3.3.1.tabula

Classification Table(d)

Observed		Predicted					
		Selected Cases(a)			Unselected Cases(b,c)		
		BOJ_KODS		Percentage Correct	BOJ_KODS		Percentage Correct
		0	1		0	1	
Step 8	BOJ_KODS 0	412	221	65,1	174	86	66,9
	1	216	452	67,7	97	184	65,5
Overall Percentage				66,4			66,2

a Selected cases validate EQ 1

b Unselected cases validate NE 1

c Some of the unselected cases are not classified due to either missing values in the independent variables or categorical variables with values out of the range of the selected cases.

d The cut value is ,500

3.3.2.tabula

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 8(a)	AUDZES_STR(1) <i>mistr</i>	,441	,130	11,506	1	,001	1,554	1,205	2,005
	H10_1 (augstums m)	,103	,012	71,512	1	,000	1,108	1,082	1,135
	R1_KODI			16,734	6	,010			
	R1_KODI(2) (l/s zemes) aspektkod	-,713	,269	7,028	1	,008	,490	,289	,830
	aspektkod(1) (ZA)	-,592	,314	3,552	1	,059	,553	,299	1,024
	aspektkod(3) (līdzens ZR, DA)	-,589	,198	8,807	1	,003	,555	,376	,819
	aspektkod(4) (R,D)	-,644	,219	8,663	1	,003	,525	,342	,806
	vms	,064	,022	8,048	1	,005	1,066	1,020	1,114
	GDS_K2			50,449	2	,000			
	GDS_K2(1) (nav kopts)	-1,310	,185	50,141	1	,000	,270	,188	,388
	GDS_K2(2) (kopts pirms 5-10 gadi)	-,985	,246	16,025	1	,000	,373	,231	,605
	R1_KODI * ST10			58,971	12	,000			
	R1_KODI(2) by ST10(2) (R mežs un S10=E)	1,217	,228	28,593	1	,000	3,376	2,161	5,272
	Constant	-1,633	,631	6,704	1	,010	,195		

a Variable(s) entered on step 1: AUDZES\_STR, ST10, BIEZ, H10\_1, H\_D, R1\_KODI, MATTR, HDIF, aspektkod, vms, H\_PAK5, GDS\_K2, R1\_KODI \* ST10, GDS\_K2 \* R1\_KODI \* ST10 .



2006. gada variantā vienādojums audžu bojājuma paredzēšanai ir sekojošs:

$$P(\text{boj kods}) = 1 / (1 + e^{(-1,633 + 0,441(\text{kodsmistr}) + 0,103 \cdot H_{10} - 0,713 \cdot L/s \text{ zeme}) - 0,592 \cdot \text{kodsZA} - 0,589 \cdot (\text{kods ZR, līdzens vai DA}) - 0,644 \cdot \text{aspects kodsR vaid}) + 0,064 \cdot (\text{vēja ātrums m/s}) - 1,310 \cdot \text{kods nav kopts}) - 0,985 \cdot (\text{kods kopts pirms 5-10 gadiem}) + 1,217 \cdot (\text{kods S10=E un R pusē mežs})$$

Šis vienādojums tika uzskatīts par pagaidu variantu, jo nesakrīt ar iepriekšējās sadaļās konstatētajām sakarībām, kuras balstītas uz ievērojami lielāku datu apjomu.

Audzēm, kuru bojājuma pakāpe pārsniedz 10% modelis spēj "atpazīt" kā bojātas tikai 1% no bojātajām audzēm (1 no 139) modelī iekļautajām audzēm Nagelkerke  $R^2 = 0,076$ , bet validācijas datu kopai nevienu. Līdzīgi arī audzēm, kuru bojājuma pakāpe pārsniedz 20% modelis atpazīst tikai vienu no 98 gadījumiem, bet validācijas datu kopai – nevienu.

2007. gadā šajā modelī izmantoja galvenās koku sugas atsevišķi. Sākotnēji veicot binārās loģistikas regresijas analīzi, lai noskaidrotu cik procentos šis modelis atpazīst bojātu audzi no nebojātas. Pārbaudi veic divos variantos. 1. variantā izmanto tos rādītājus, kurus var iegūt no taksācijas apraksta, vēl klāt pieliekot vēja ātrumu. Šajā analīzē izmanto datus, kuri ir būtiski. Sākotnējā pārbaudē izmantoja visus taksācijas aprakstā pieejamos audzes rādītājus. Atlasot būtiskos, analīzē izmanto:

- Vidējo vēja ātrumu brāzmās;
- Koka augstumu;
- Audzes kopšanas esamību;

Otrajā variantā šiem būtiskajiem taksācijas rādītājiem klāt pievieno audzes rādītāju  $R_{\text{izcirtums}}$ , kurš norāda, ka audzes Rietuma pusē atrodas izcirtums, šis ir rādītājs, kas tax aprakstos nav pieejams.

Salīdzinot ar 2006. gadu, šogad izstrādātie vienādojumi izskaidro daudz lielāku datu izkliedes daļu Nagelkerke  $R^2$  – eglu audzēm sasniedz 0,313.

### ***Regresijas analīzēs izmantotie apzīmējumi***

#### ***• Krājas kopšanas cirte***

Bāze – nekopta audze

Kopsh\_Dumi\_1- pēccirtes periods 1-2 gadi

Kopsh\_Dumi\_2- pēccirtes periods 3-5 gadi

Kopsh\_Dumi\_3- pēccirtes periods 6-10 gadi

#### ***• Nogabala rietumu pusē piekļaujošies objekti***

Bāze – mežs

$R_{Ls/z}$  – L/s zeme

$R_{\text{lauce}}$  – Purvs, lauce

$R_{\text{izcirtums}}$  - izcirtums

$R_{\text{ceļš}}$  – Infrastruktūras objekti (ceļš, grāvis, stīga)

$R_{\text{jaun}}$  – Jaunaudze līdz 6m

#### ***• Egles piemistrojums***

Bāze – bez egles piemistrojuma  
 E\_koefic\_Dumi – egle piemistrojums

- *Aspekts (nogabala ekspozīcija atkarībā pret vēja plūsmu)*

Bāze – 3 (līdzenums)

Aspect\_Dumi\_1 – Aizvēja puse

Aspect\_Dumi\_2 – 135 grādi pret vēja virzienu

Aspect\_Dumi\_1 – 45 grādi pret vēja virzienu

Aspect\_Dumi\_1 – Vēja virziens

- H10 – koka garums, m
- Vēja ātrums – vidējais vēja ātrums brāzmās 2005. gada janvāra vētrā

1. variants – dati, kurus VMD var iegūt no savas datu bāzes (tax apraksts), pluss vēja ātrums
2. variants – Dati, kurus var iegūt izmantojot datorprogrammas. Nogabala blakus pieguļošais objekts

## Regresijas bērza audzēm

### Logistiskā regresija

#### 1. variants

##### Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1202,667(a)	,105	,149

a Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than ,001.

##### Classification Table(d)

Observed			Predicted					
			Selected Cases(a)			Unselected Cases(b,c)		
			BOJ_KODS		Percentage Correct	BOJ_KODS		Percentage Correct
0	1	0	1					
Step	BOJ_KODS	0	732	36	95,3	757	46	94,3
1		1	265	57	17,7	261	48	15,5
		Overall Percentage			72,4			72,4

a Selected cases code NE 1

b Unselected cases code EQ 1

c Some of the unselected cases are not classified due to either missing values in the independent variables or categorical variables with values out of the range of the selected cases.

d The cut value is ,500

### Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1(a) VEJA_ATRUM	,065	,028	5,377	1	,020	1,067	1,010	1,128
H10	,093	,013	54,271	1	,000	1,098	1,071	1,125
E_koefic_Dumi	,357	,143	6,237	1	,013	1,429	1,080	1,892
Kopsh_Dumi_1	1,598	,357	20,038	1	,000	4,943	2,455	9,949
Kopsh_Dumi_2	1,156	,311	13,819	1	,000	3,177	1,727	5,843
Kopsh_Dumi_3	,798	,269	8,770	1	,003	2,221	1,310	3,766
Constant	-4,428	,662	44,811	1	,000	,012		

a Variable(s) entered on step 1: VEJA\_ATRUM, H10, E\_koefic\_Dumi, Kopsh\_Dumi\_1, Kopsh\_Dumi\_2, Kopsh\_Dumi\_3.

$$B(\text{boj kods}) = 1/(1+e^{(-4,428+0,65*\text{veja atrums} + 0,93* \text{H10} + 0,357*\text{E\_koefic\_Dumi} + 1,598*\text{Kopsh\_Dumi\_1} + 1,156*\text{Kopsh\_Dumi\_2} + 0,798*\text{Kopsh\_Dumi\_3})})$$

2. variants

### Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1193,121(a)	,112	,160

a Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than ,001.

### Classification Table(d)

Observed		Predicted					
		Selected Cases(a)			Unselected Cases(b,c)		
		BOJ_KODS		Percentage Correct	BOJ_KODS		Percentage Correct
0	1	0	1				
Step 1	BOJ_KODS 0	727	41	94,7	756	47	94,1
	1	260	62	19,3	253	56	18,1
	Overall Percentage			72,4			73,0

a Selected cases code NE 1

b Unselected cases code EQ 1

c Some of the unselected cases are not classified due to either missing values in the independent variables or categorical variables with values out of the range of the selected cases.

d The cut value is ,500

### Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1(a)								
VEJA_ATRUM	,067	,028	5,623	1	,018	1,069	1,012	1,130
H10	,096	,013	55,816	1	,000	1,100	1,073	1,128
E_koefic_Dumi	,352	,144	6,004	1	,014	1,422	1,073	1,886
Kopsh_Dumi_1	1,527	,358	18,249	1	,000	4,606	2,286	9,283
Kopsh_Dumi_2	1,140	,316	13,028	1	,000	3,128	1,684	5,809
Kopsh_Dumi_3	,819	,269	9,240	1	,002	2,268	1,338	3,845
R_izcirtums	,988	,317	9,750	1	,002	2,687	1,445	4,996
Constant	-4,561	,667	46,702	1	,000	,010		

a Variable(s) entered on step 1: R\_izcirtums.

$$B(\text{boj kods}) = 1/(1+e^{(-4,561+0,67*veja atrums + 0,96* H10 + 0,352*E_koefic_Dumi + 1,527*Kopsh_Dumi_1 + 1,140*Kopsh_Dumi_2 + 0,819*Kopsh_Dumi_3 + R_izcirtums*0,988)})$$

### Lineārā regresija

#### Model Summary(e)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,164(a)	,027	,024	22,42141	,027	8,666	2	628	,000	
2	,222(b)	,049	,043	22,19826	,022	7,345	2	626	,001	
3	,294(c)	,087	,078	21,79147	,037	12,795	2	624	,000	
4	,314(d)	,099	,089	21,66386	,012	8,373	1	623	,004	1,817

a Predictors: (Constant), VEJA\_ATRUM, H10

b Predictors: (Constant), VEJA\_ATRUM, H10, Nek\_vs\_1kopts, Nek\_vs\_3kopts

c Predictors: (Constant), VEJA\_ATRUM, H10, Nek\_vs\_1kopts, Nek\_vs\_3kopts, R\_jaun, R\_izcirtums

d Predictors: (Constant), VEJA\_ATRUM, H10, Nek\_vs\_1kopts, Nek\_vs\_3kopts, R\_jaun, R\_izcirtums, E\_koefic\_Dumi

e Dependent Variable: BOJ\_V\_M3\_H

#### Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-	17,444		-	,082					
	H10	,829	,205	,162	4,045	,000	,149	,159	,159	,964	1,038
	VEJA_ATRUM	,675	,389	,070	1,737	,083	,039	,069	,068	,964	1,038
2	(Constant)	-	16,838		-	,090					
	H10	,860	,203	,168	4,231	,000	,149	,167	,165	,959	1,042
	VEJA_ATRUM	,557	,386	,057	1,441	,150	,039	,057	,056	,957	1,045
	Nek_vs_1kopts	3,137	3,389	,036	,926	,355	,016	,037	,036	,986	1,014
3	(Constant)	-	21,877		-	,026					
	H10	,903	,200	,177	4,519	,000	,149	,178	,173	,958	1,044

	VEJA_ATRUM	,675	,380	,070	1,774	,076	,039	,071	,068	,951	1,051
	Nek_vs_1kopts	2,813	3,332	,033	,844	,399	,016	,034	,032	,983	1,017
	Nek_vs_3kopts	11,449	3,419	,130	3,348	,001	,143	,133	,128	,972	1,029
	R_izcirtums	14,024	3,447	,158	4,068	,000	,157	,161	,156	,976	1,024
	R_jaun	11,111	3,358	,127	3,309	,001	,108	,131	,127	,988	1,013
4	(Constant)	-	9,734		-	,021					
	H10	,809	,201	,158	4,018	,000	,149	,159	,153	,933	1,072
	VEJA_ATRUM	,676	,378	,070	1,789	,074	,039	,071	,068	,951	1,051
	Nek_vs_1kopts	3,427	3,319	,040	1,032	,302	,016	,041	,039	,979	1,021
	Nek_vs_3kopts	11,649	3,400	,132	3,426	,001	,143	,136	,130	,971	1,029
	R_izcirtums	14,380	3,429	,162	4,194	,000	,157	,166	,160	,975	1,025
	R_jaun	11,468	3,341	,131	3,433	,001	,108	,136	,131	,986	1,014
	E_koefic_Dumi	5,085	1,757	,112	2,894	,004	,119	,115	,110	,964	1,038

a Dependent Variable: BOJ\_V\_M3\_H

## Regressijas eglu audzēm

### Loģistiskā regresija

#### 1. variants

##### Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	800,246(a)	,230	,313

a Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than ,001.

##### Classification Table(d)

Observed		Predicted						
		Selected Cases(a)			Unselected Cases(b,c)			
		BOJ_KODS		Percentage Correct	BOJ_KODS		Percentage Correct	
0	1	0	1					
Step	BOJ_KODS	0	375	90	80,6	403	88	82,1
1		1	115	170	59,6	130	170	56,7
	Overall Percentage				72,7			72,4

a Selected cases code NE 1

b Unselected cases code EQ 1

c Some of the unselected cases are not classified due to either missing values in the independent variables or categorical variables with values out of the range of the selected cases.

d The cut value is ,500

### Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1(a) VEJA_ATRUM	,142	,038	13,768	1	,000	1,153	1,069	1,243
H10	,118	,011	110,684	1	,000	1,125	1,101	1,150
Kopsh_Dumi_1	3,074	,773	15,825	1	,000	21,636	4,757	98,407
Kopsh_Dumi_2	1,097	,333	10,878	1	,001	2,996	1,561	5,750
Kopsh_Dumi_3	,483	,390	1,532	1	,216	1,621	,754	3,483
Constant	-5,469	,823	44,154	1	,000	,004		

a Variable(s) entered on step 1: VEJA\_ATRUM, H10, Kopsh\_Dumi\_1, Kopsh\_Dumi\_2, Kopsh\_Dumi\_3.

$$E(\text{boj kods}) = 1/(1+e^{(-5469+0,142*veja atrums + 0,118* H10+ 3,074*Kopsh\_Dumi\_1 + 1,097*Kopsh\_Dumi\_2 + 0,483*Kopsh\_Dumi\_3)})$$

## 2. variants

### Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	799,442(a)	,231	,314

a Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than ,001.

### Classification Table(d)

Observed		Predicted					
		Selected Cases(a)			Unselected Cases(b,c)		
		BOJ_KODS		Percentage Correct	BOJ_KODS		Percentage Correct
0	1	0	1				
Step 1	BOJ_KODS 0	376	89	80,9	402	89	81,9
	1	116	169	59,3	131	169	56,3
	Overall Percentage			72,7			72,2

a Selected cases code NE 1

b Unselected cases code EQ 1

c Some of the unselected cases are not classified due to either missing values in the independent variables or categorical variables with values out of the range of the selected cases.

d The cut value is ,500

### Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1(a) VEJA_ATRUM	,141	,038	13,511	1	,000	1,151	1,068	1,241
H10	,118	,011	111,011	1	,000	1,125	1,101	1,150
Kopsh_Dumi_1	3,088	,773	15,958	1	,000	21,937	4,821	99,814
Kopsh_Dumi_2	1,105	,333	10,983	1	,001	3,019	1,571	5,802
Kopsh_Dumi_3	,497	,391	1,621	1	,203	1,644	,765	3,535
R_izcirtums	,506	,561	,814	1	,367	1,659	,553	4,976
Constant	-5,461	,823	43,993	1	,000	,004		

a Variable(s) entered on step 1: R\_izcirtums.

$$E(\text{boj kods}) = 1/(1+e^{(-5,461+0,141*\text{veja atrums} + 0,118*H10 + 3,088*\text{Kopsh\_Dumi\_1} + 1,105*\text{Kopsh\_Dumi\_2} + 0,497*\text{Kopsh\_Dumi\_3} + R\_izcirtums*0,506}$$

## Lineārā regresija

Model Summary(d)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,288(a)	,083	,080	46,61304	,083	26,298	2	582	,000	
2	,345(b)	,119	,114	45,72696	,036	23,774	1	581	,000	
3	,385(c)	,148	,141	45,03760	,029	9,961	2	579	,000	1,464

a Predictors: (Constant), H10, VEJA\_ATRUM

b Predictors: (Constant), H10, VEJA\_ATRUM, Kopsh\_Dumi\_1

c Predictors: (Constant), H10, VEJA\_ATRUM, Kopsh\_Dumi\_1, R\_izcirtums, R\_jaun

d Dependent Variable: BOJ\_V\_M3\_H

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-	19,454		-	,026					
	VEJA_ATRUM	43,387	,898	,065	2,230	,101	,068	,068	,065	1,000	1,000
	H10	2,021	,287	,280	7,044	,000	,280	,280	,280	1,000	1,000
2	(Constant)	-	19,140		-	,009					
	VEJA_ATRUM	50,458	,881	,071	2,636	,067	,068	,076	,071	,999	1,001
	H10	2,100	,282	,291	7,449	,000	,280	,295	,290	,997	1,003
	Kopsh_Dumi_1	35,402	7,261	,190	4,876	,000	,171	,198	,190	,996	1,004
3	(Constant)	-	18,988		-	,002					
	VEJA_ATRUM	59,841	,870	,083	3,152	,032	,068	,089	,082	,994	1,006
	H10	1,868	,279	,300	2,147	,032	,280	,307	,298	,987	1,013
	Kopsh_Dumi_1	2,169	,279	,300	7,775	,000	,280	,307	,298	,987	1,013
	R_izcirtums	35,008	7,167	,188	4,885	,000	,171	,199	,187	,991	1,009
	R_jaun	35,956	9,418	,147	3,818	,000	,133	,157	,146	,994	1,006
		18,091	7,131	,098	2,537	,011	,068	,105	,097	,980	1,020

a Dependent Variable: BOJ\_V\_M3\_H

## Regressijas priežu audzēm

### Logistiskā regresija

#### 1. variants

##### Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1814,927(a)	,128	,173

a Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than ,001.

##### Classification Table(d)

Observed			Predicted				
			Selected Cases(a)		Unselected Cases(b,c)		
			BOJ_KODS	Percentage Correct	BOJ_KODS	Percentage Correct	
	0	1		0	1		
Step 1	BOJ_KODS 0	735	178	80,5	739	169	81,4
	1	344	250	42,1	360	237	39,7
	Overall Percentage			65,4			64,9

a Selected cases code NE 1

b Unselected cases code EQ 1

c Some of the unselected cases are not classified due to either missing values in the independent variables or categorical variables with values out of the range of the selected cases.

d The cut value is ,500

##### Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)		
							Lower	Upper	
Step 1(a)	VEJA_ATRUM	,020	,020	1,072	1	,300	1,021	,982	1,061
	H10	,122	,012	111,551	1	,000	1,129	1,104	1,155
	Kopsh_Dumi_1	1,234	,228	29,318	1	,000	3,435	2,198	5,370
	Kopsh_Dumi_2	,666	,207	10,321	1	,001	1,947	1,297	2,924
	Kopsh_Dumi_3	,612	,214	8,193	1	,004	1,844	1,213	2,805
	E_koefic_Dumi	,118	,120	,961	1	,327	1,125	,889	1,423
	Constant	-3,619	,501	52,175	1	,000	,027		

a Variable(s) entered on step 1: VEJA\_ATRUM, H10, Kopsh\_Dumi\_1, Kopsh\_Dumi\_2, Kopsh\_Dumi\_3, E\_koefic\_Dumi.

$$P(\text{boj kods}) = 1/(1+e^{(-3,619+0,2*veja atrums + 0,122* H10 + 0,118*E_koefic_Dumi + 1,234*Kopsh_Dumi_1 + 0,666*Kopsh_Dumi_2 + 0,612*Kopsh_Dumi_3})$$



## 2. variants

### Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1812,962(a)	,129	,175

a Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than ,001.

### Classification Table(d)

Observed			Predicted					
			Selected Cases(a)			Unselected Cases(b,c)		
			BOJ_KODS		Percentage Correct	BOJ_KODS		Percentage Correct
0	1	0	1					
Step	BOJ_KODS	0	740	173	81,1	741	167	81,6
1		1	341	253	42,6	358	239	40,0
		Overall Percentage			65,9			65,1

a Selected cases code NE 1

b Unselected cases code EQ 1

c Some of the unselected cases are not classified due to either missing values in the independent variables or categorical variables with values out of the range of the selected cases.

d The cut value is ,500

### Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95,0% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1(a)								
VEJA_ATRUM	,020	,020	1,050	1	,305	1,020	,982	1,061
H10	,121	,012	110,822	1	,000	1,129	1,104	1,155
Kopsh_Dumi_1	1,224	,228	28,718	1	,000	3,402	2,174	5,324
Kopsh_Dumi_2	,642	,209	9,483	1	,002	1,901	1,263	2,861
Kopsh_Dumi_3	,610	,214	8,137	1	,004	1,841	1,210	2,799
E_koefic_Dumi	,121	,120	1,009	1	,315	1,128	,892	1,428
R_izcirtums	,549	,395	1,932	1	,165	1,731	,798	3,753
Constant	-3,618	,501	52,081	1	,000	,027		

a Variable(s) entered on step 1: R\_izcirtums.

$$P(\text{boj kods}) = 1/(1+e^{(-3,618+0,2*veja atrums + 0,121* H10 + 0,121*E_koefic_Dumi + 1,224*Kopsh_Dumi_1 + 0,642*Kopsh_Dumi_2 + 0,610*Kopsh_Dumi_3 + R_izcirtums*0,549)})$$

## Lineārā regresija

**Model Summary(e)**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,190(a)	,036	,035	24,2161	,036	22,273	2	1188	,000	
2	,208(b)	,043	,041	24,1388	,007	8,625	1	1187	,003	
3	,290(c)	,084	,080	23,6361	,041	26,514	2	1185	,000	
4	,335(d)	,112	,108	23,2772	,028	37,821	1	1184	,000	1,893

a Predictors: (Constant), H10, VEJA\_ATRUM

b Predictors: (Constant), H10, VEJA\_ATRUM, Kopsh\_Dumi\_1

c Predictors: (Constant), H10, VEJA\_ATRUM, Kopsh\_Dumi\_1, R\_Ls/z, R\_izcirtums

d Predictors: (Constant), H10, VEJA\_ATRUM, Kopsh\_Dumi\_1, R\_Ls/z, R\_izcirtums, E\_koefic\_Dumi

e Dependent Variable: BOJ\_V\_M3\_H

**Coefficients(a)**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-	6,572		-	,000					
	VEJA_ATRUM	23,029	,820	,092	3,504	,001	,085	,093	,092	,998	1,002
	H10	,946	,158	,170	5,971	,000	,166	,171	,170	,998	1,002
2	(Constant)	-	6,607		-	,000					
	VEJA_ATRUM	25,542	,823	,093	3,866	,001	,085	,094	,093	,998	1,002
	H10	1,024	,160	,184	6,393	,000	,166	,182	,182	,971	1,030
	Kopsh_Dumi_1	6,971	2,374	,085	2,937	,003	,054	,085	,083	,973	1,028
3	(Constant)	-	6,473		-	,000					
	VEJA_ATRUM	24,014	,736	,083	3,710	,003	,085	,086	,083	,996	1,004
	H10	,990	,157	,178	6,314	,000	,166	,180	,176	,970	1,031
	Kopsh_Dumi_1	6,606	2,325	,080	2,842	,005	,054	,082	,079	,972	1,029
	R_Ls/z	14,128	5,617	,070	2,515	,012	,070	,073	,070	,999	1,001
4	R_izcirtums	26,249	3,808	,192	6,893	,000	,199	,196	,192	,997	1,003
	(Constant)	-	6,449		-	,005					
	VEJA_ATRUM	17,977	,588	,066	2,787	,017	,085	,070	,066	,986	1,014
	H10	,679	,163	,122	4,174	,000	,166	,120	,114	,876	1,142
	Kopsh_Dumi_1	7,443	2,294	,090	3,245	,001	,054	,094	,089	,969	1,032
	R_Ls/z	13,894	5,532	,069	2,512	,012	,070	,073	,069	,999	1,001
	R_izcirtums	26,487	3,751	,194	7,062	,000	,199	,201	,193	,996	1,004
E_koefic_Dumi	8,855	1,440	,179	6,150	,000	,214	,176	,168	,886	1,128	

a Dependent Variable: BOJ\_V\_M3\_H

### 3.3.2. Vēja bojājumu varbūtības modeļa pārbaude ar 2007. gada janvāra vētras datiem

Vēja varbūtības modeļa pārbaudi veic ar datiem, kurus ieguva apsekojot 15 objektus Kurzemes reģionā. Par pamata datiem izmantoja taksācijas aprakstā iegūtos datus un nogabalam piekļaujošos datus.

Pārbaudot regresijas analīzēs iegūtos vienādojumus, iegūst secinājumu, ka šos vienādojumus var pielietot tikai egļu audzēs, jo bērzu un priežu audzēs, pielietojot regresijas analīzes rezultātā iegūtos koeficientus noteiktiem audzes rādītājiem kontroles audzēs, vēja rezultātā bojātās audzes neatpazīst. Visas bērzu un priežu audzes nosakot kā nebojātas. Egļu audzēs, no kopējā bojāto audžu skaita, kā bojātas regresijas vienādojums atpazīst 55%, kas ir līdzīgi kā loģiskajā regresijas vienādojumā paredzētā precizitāte 56%.(3.2.2.1.tab.)

3.3.2.1 tab.

Modeļa atpazīšanas spēja egļu audzēs

Reāli dabā	Modelis		Kopā
	bojātas audzes	nebojātas audzes	
bojātas audzes	66	54	<b>120</b>
nebojātas audzes	57	9	<b>66</b>
<b>Kopā</b>	<b>123</b>	<b>63</b>	

3.3.2.2 tab.

Modeļa atpazīšanas spēja bērzu audzēs

Reāli dabā	Modelis		Kopā
	Bojātās audzes	Nebojātās audzes	
Bojātās audzes	0	47	<b>47</b>
Nebojātās audzes	0	74	<b>74</b>
<b>Kopā</b>	<b>0</b>	<b>121</b>	

### 3.4. ForestGales vēja riska modeļa aprēķina piemērs parastās egles audzēs.

Datu analīzei izmanto Lielbritānijā izstrādātu vēja bojājumu riska modeli ForestGales Version 2.0. ForestGales aprēķina varbūtību, ka tiks bojātas audzes „vidējais” koks, kas nozīmē, ka audze tiks būtiski vēja bojāta. Attiecīga vēja ātruma

varbūtība tiek aprēķināta balstot to uz DAMS ( Detailed Aspect Method of Scoring) punktu sistēmu.

Vēja režīms (DAMS) – par pamatu tiek izmantots gada vidējais vēja ātrums noteiktajā reģionā. DAMS – 14 atbilst Latvijas Kurzemes piejūras reģioniem (Liepāja, Pāvilosta, Ventspils), bet DAMS – 10, Latvijas vidienes un austrumu daļai (Cēsis, Gulbene, Alūksne).

Aprēķinos izmantojamo DAMS vērtību ieguva izmantojot sakarību:

$$\text{DAMS} = 3.56 + ( 2.046 * \text{gada vidējais vēja ātrums m/s} ) \text{ (Ruel, 2000).}$$

Vidējie vēja ātrumi dažādās meteoroloģijas stacijās ņemti no Ministru Kabineta izdotajiem būvklimateoloģijas noteikumiem (LR M.K. Noteikumi par Latvijas..., 2001).

Datu analīzi veic parastās *egles audzēm* . Iegūtie rezultāti ir audzes riska pakāpe pie noteiktiem audzes rādītājiem.

Veicot datu analīzi, par sākotnējo biežums izmanto ( 2\*2 metri), n = 2500 uz ha. Pie 10 gadus nokavētas kopšanas cirte sākotnējā biežums ir 1,5\*1,5 m, bet pie nekoptas audzes sākotnējais biežums tiek ņemts pēc 1,8\*1,8 m shēmas.

Riska klase	Atkārtšanās periods, gadi
<b>1</b>	> 100
<b>2</b>	100 - 50
<b>3</b>	50 - 33
<b>4</b>	33 - 20
<b>5</b>	20-10
<b>6</b>	< 10

Audzes riska klasi aprēķina izmantojot I bonitāti ( Yield Class – 16).

### Risku pakāpes atkarībā no dažādiem egļu audžu veidiem un audzes piekļaušanās veidiem

Piekļaušanās veids	Audzes kopšanas veids	Audzes bojājuma veids	Jaunaudze (20 gadi)		Vid. vecuma audze (40 gadi)		Briestaudze (60 gadi)		Pieaugusi audze (80 gadi)	
			Vēja režīms (DAMS)		Vēja režīms (DAMS)		Vēja režīms (DAMS)		Vēja režīms (DAMS)	
			10	14	10	14	10	14	10	14
Mežs	Savlaicīga kopšana	izgāzta audze	1	1	1	1	1	1	1	1
	Savlaicīga kopšana	nolauzta audze	1	1	1	1	1	1	1	1
	10 gadus nokavēta kopšana	izgāzta audze	1	1	1	2	1	6	1	6
	10 gadus nokavēta kopšana	nolauzta audze	1	1	1	1	1	4	1	4
	Nekopta audze	izgāzta audze	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nekopta audze	nolauzta audze	1	1	1	1	1	1	1	1
Izcirtums (10 m)	Savlaicīga kopšana	izgāzta audze	1	1	1	2	1	4	1	5
	Savlaicīga kopšana	nolauzta audze	1	1	1	1	1	1	1	2
	10 gadus nokavēta kopšana	izgāzta audze	1	1	1	6	1	6	2	6
	10 gadus nokavēta kopšana	nolauzta audze	1	1	1	6	1	6	1	6
	Nekopta audze	izgāzta audze	1	1	1	2	1	4	1	5
	Nekopta audze	nolauzta audze	1	1	1	1	1	1	1	2
Izcirtums (30 m)	Savlaicīga kopšana	izgāzta audze	1	1	1	3	1	5	1	6
	Savlaicīga kopšana	nolauzta audze	1	1	1	1	1	2	1	4
	10 gadus nokavēta kopšana	izgāzta audze	1	1	1	6	2	6	3	6
	10 gadus nokavēta kopšana	nolauzta audze	1	1	1	6	1	6	1	6
	Nekopta audze	izgāzta audze	1	1	1	3	1	5	1	6
	Nekopta audze	nolauzta audze	1	1	1	1	1	3	1	4
Izcirtums (100 m)	Savlaicīga kopšana	izgāzta audze	1	1	1	5	1	6	1	6
	Savlaicīga kopšana	nolauzta audze	1	1	1	2	1	4	1	5
	10 gadus nokavēta kopšana	izgāzta audze	1	1	1	6	3	6	4	6
	10 gadus nokavēta kopšana	nolauzta audze	1	1	1	6	1	6	1	6
	Nekopta audze	izgāzta audze	1	1	1	5	1	6	1	6
	Nekopta audze	nolauzta audze	1	1	1	2	1	5	1	6

### 3.5. Riska vadības sistēmas struktūra

Meža apsaimniekošana ir saistīta ar virkni visai grūti kontrolējamām briesmām, tai skaitā – vētrām. Literatūrā sastopamas dažādas riska definīcijas (Arhipova & Arhipova, 2005, Kaktiņš & Arhipova, 2005a, Pettere, Voronova, 2004, Birot & Gollier, 2001). Šī darba ietvaros pieņemts uzskatīt, ka:

RISKS ir zaudējumu rašanās iespēja nejauša (gadījuma) notikuma vai vairāku savstarpēji saistītu nejaušu (gadījuma) notikumu kopuma iestāšanās dēļ (Pettere, Voronova, 2004).

- Zaudējums – objekta īpašību pasliktināšanās vai pilnīga iznīcināšana
- Riska aspekti (raksturojošie elementi) – varbūtība & zaudējuma lielums
- Riska cēlonis – notikums vai notikumu kopums, kuru iestāšanās rada zaudējumus interesējošajam objektam.
- Riska iedarbības objekts – materiāls objekts vai materiālas intereses
- Riska apstākļi – viss, kas ietekmē iespējamā zaudējuma lielumu
- Riska vadība ir tādu metožu, paņēmieni un pasākumu kopa, ar kuru palīdzību var:
  - līdz noteiktai pakāpei prognozēt risku
  - izstrādāt pasākumus riska novēršanai un/vai mazināšanai pirms notikuma
  - vai tā negatīvo seku mazināšanai pēc notikuma

NB! Lēmumi cita starpā ir atkarīgi arī no attieksmes pret risku.

Komerciālais risks – zaudējumu rašanās iespēja ražoto vai iepirkto preču realizācijas procesā; tā cēloņi ir realizācijas apjoma samazināšanās, iepirkuma cenu paaugstināšanās, apgrozības izdevumu pieaugums, tirgus pieprasījuma svārstības, transporta problēmas (Pettere, Voronova, 2004).

Riska pēc to laika iedala:

- pašreizējais risks
- nākotnes risks

Pēc darbības ilguma:

- īslaicīga
- ilglaicīga

Notikuma iestāšanās varbūtība un iestāšanās termiņš

Attiecībā uz mežsaimniecību Birot & Gollier, (2001) ieteikuši sekojošas definīcijas

**Risks** = sagaidāmie bioloģisko vai fizisko subjektu zaudējumi (piem., mežaudzes vai lielākas meža platības) specifisku briesmu rezultātā attiecīgajā laika periodā un platībā.

**Zaudējums (loss)** = subjekta bojājums izteikts monetārās vienībās ieskaitot tiešus bojājumus (piem., sakņu atraušana, stumbru salaušana, koksnes cenas krišanās) un netieši bojājumi (piem., pēc vējgāzēm radušies kukaiņu masveida savairošanās vai ugunsgrēki) kā arī citas tā rezultātā radušās izmaksas (piem., vēja bojāto platību atjaunošana), kā arī citi bojājumi, kurus ir grūti novērtēt (sociālais, kultūras, vides mantojums).

**Sagaidāmais zaudējums (expected loss)** = zaudējuma un tā varbūtības reizinājums.

**Briesmas (hazard)** = draudi, kas saistīti ar atbilstošo faktoru (piem., vēja briesmas) kas var notikt ar specifiskām pazīmēm (piem., ātrumu virs 100 km/h); konkrētās briesmas ir notikšanas varbūtība (laika aspekts)

**Pakļaušana iedarbībai (exposure)** = telpiskais aspekts: ģeogrāfiskais, klimatiskais, topogrāfiskais (zemes forma), vietas (augšne) raksturojums, kas konkrēto vietu konkrētajām briesmām pakļauj vairāk vai mazāk.

**Jutīgums (Susceptibility)** = konkrētā subjekta raksturojums (piem., koks vai audzes), kas var ietekmēt devas – atbildes reakcijas attiecības. Koka (vai audzes) vēja bojājumu jutīgums saistīts ar koka augstumu, stumbra raukumu (h/d) attiecības, biomasas sadalījuma un sakņu sistēmas masas.

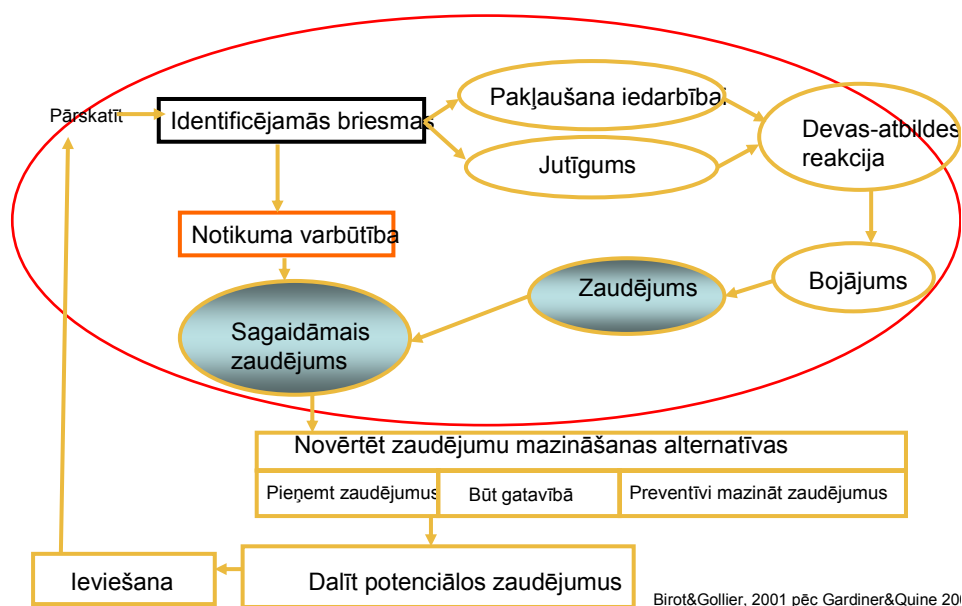
**Deva – atbildes reakcija (Dose-response)** = attiecība starp briesmu raksturojumu (piem., vēja ātrumu) un tā rezultātā radušos bojājumu.

**Riska novērtējums (Risk assessment)** = riska komponentu - briesmas, pakļaušana iedarbībai, devas atbildes reakcija, jutīgums un saistīto bojājumu objektīva kvantifikācija

**Riska vadība Risk management** = izmantotās stratēģijas pieņemt un / vai samazināt risku ieskaitot integrāciju, paredzēšanu, un novēršanu.

**Riska dalīšana Risk sharing** = potenciālo zaudējumu dalīšana starp ieinteresētajām pusēm kā apdrošināšana, sabiedrības politika, pārapirošināšana.

Pamatā izmantojama 3.5.1. attēlā atspoguļotā pieeja.



Birot&Gollier, 2001 pēc Gardiner&Quine 20

3.5.1. attēlā. Riska komponentes, novērtēšana un dalīšana (Birot & Gollier, 2001 pēc Gardiner & Quine 2000)

Faktiski saistībā ar vēju kā riska cēloni ir divas lēmuma pieņemšanas situācijas:

- 1) pirms notikuma
- 2) pēc notikuma

Pirms notikuma:

**Preventīvie pasākumi**

1. Kā atjaunot, lai preventīvi samazinātu zaudējumus?

2. Vai un kā veikt kopšanu?
3. Kā veikt galveno cirti?
4. Kā plānot telpiski cirtes?

### ***Būt gatavībā***

Pēc notikuma (seku likvidēšana)

1. Kuras audzes cērtamas sanitārajā kailcirtē?
2. Kuras audzes cērtamas sanitārajā cirtē izlases veidā?
3. Kuras audzes atstājamas kā ir?
4. Kādā secībā jācērt audzes, lai sasniegtu mērķi – minimizēt zaudējumus?
5. Kā atjaunot?

Pārējie riska vadības elementi pašreizējā stadijā netiek aplūkoti.

Riska vadības elementi:

- Riska identifikācija (noteikšana)
- Riska novērtēšana
- Riska novēršana (kontrolē)
- Riska finansēšana.

Lēmuma pieņemšana riska apstākļos ir atkarīga no virknes apstākļiem, tai skaitā vides apstākļi, nenoteiktības mēra (varbūtības).

Lēmuma pieņemšanas kritēriji:

Ar varbūtību nesaistītie kritēriji

- Max - min (Valda) kritērijs
- Max –max kritērijs
- Hurvica optimisma- pesimisma kritērijs
- Vienādas varbūtības (Laplasa) kritērijs
- Min-max nožēlas (Sevidža) kritērijs

Ar varbūtību saistīti kritēriji

- Sagaidāmās vērtības kritērijs (expected monetary value)
- Sagaidāmā derīguma kritērijs

Riska mazināšanas metodes (Pettere, Voronova, 2004)

Izšķir 3 riska vadīšanas stratēģijas

- Piesardzīgā (atteikšanās no riska vai riska nodošana citiem)
- Apsvērtā (atteikšanās no riska, riska uzņemšanās vai riska nodošana citiem)
- Riskantā (riska uzņemšanās, riska nodošana citiem)

Riska uzņemšanās

- Riska atstāšana sev
- Zaudējumu novēršana
- Zaudējumu apjoma mazināšanas metode
- Pašapdrošināšanās

Riska nodošana

- Apdrošināšana



## Riska nodošana

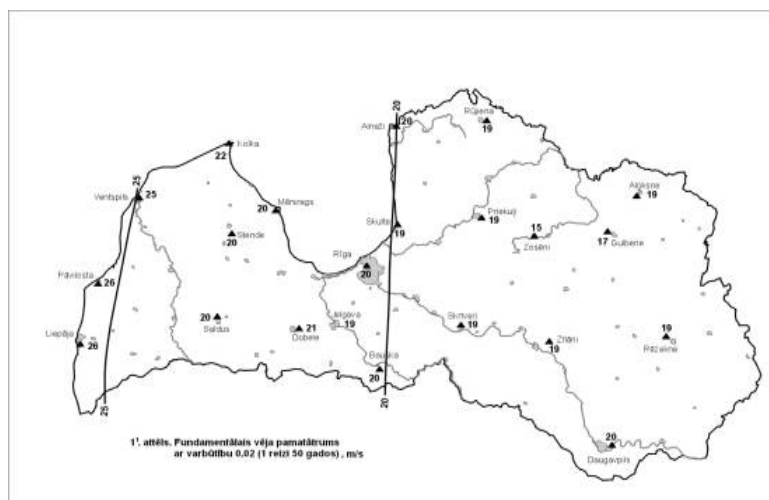
Būtiski norādīt, ka riska vadība atšķiras lielos uzņēmumos un nelieliem meža īpašniekiem. Jo ir atšķirīgas iespējas segt iespējamus zaudējumus no pašu līdzekļiem.

Riska vērtēšana Latvijas mežsaimniecībai ir visai plaši aprakstīta virknē zinātnisko rakstu (Kaktiņš & Arhipova, 2005a, Kaktiņš & Arhipova, 2005b) tai skaitā pievēršoties arī vējam kā potenciālām briesmām. Tomēr jākonstatē, ka pētījumi ir balstīti uz visai īsiem periodiem (2-3 gadi), kas varētu būt nepietiekami vispārīnāmu secinājumu izdarīšanai.

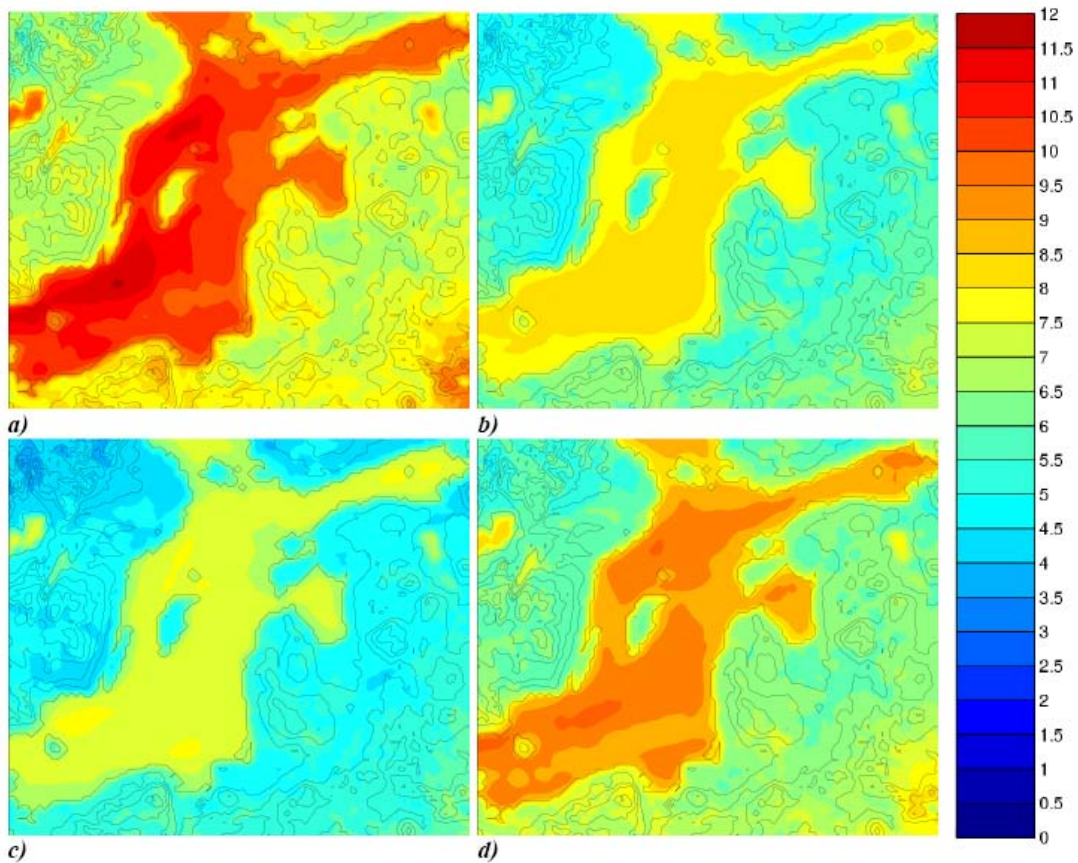
### 3.5.1. Vēja kā riska cēloņa (draudu) varbūtības izvērtējums

Apkopota kartogrāfiskā informācija par vēju klimata modeļiem.

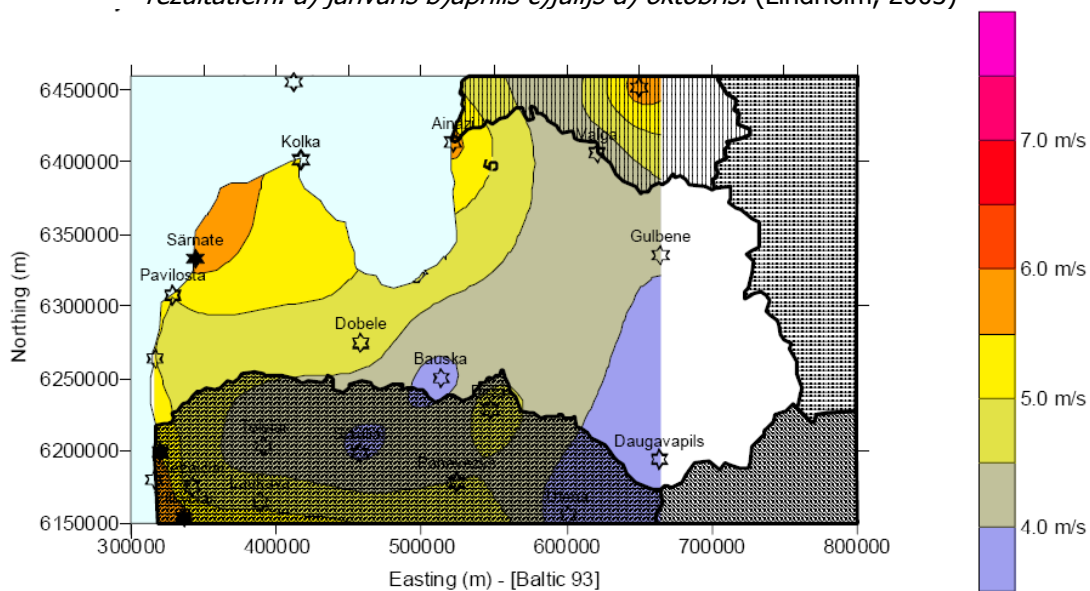
Reģionālā vēja klimata prognozēšanai izmantojama informācija par varbūtībām, ka vēja ātrums pārsniegs kādu noteiktu sliekšni. Dažādos dokumentos pieejama visai līdzīga informācija par vēja ātrumiem dažādos augstumos (skat. attēlus 3.5.2.-3.2.5). Tie visbiežāk ir veidoti citiem mērķiem – kā būvniecības normatīvi vai vēja resursu novērtējums vēja ģeneratoriem. Taču visos modeļos redzama viena un tā pati tendence, ka vidējie vēju ātrumi ir lielāki sagaidāmi Kurzemē piekrastē un Vidzemes jūrmalā. Lai arī modeļiem ir dažādas vērtības, būtiskākais ir fakts, ka atbilstoši klimata izmaiņu prognozēm, tiek paredzēts, ka vidējie vēja ātrumi Latvijas teritorijā varētu pat pieaugt par 3-18%. (Meier et. al. 2006) (skat. 1.2.1.2.5. att.).



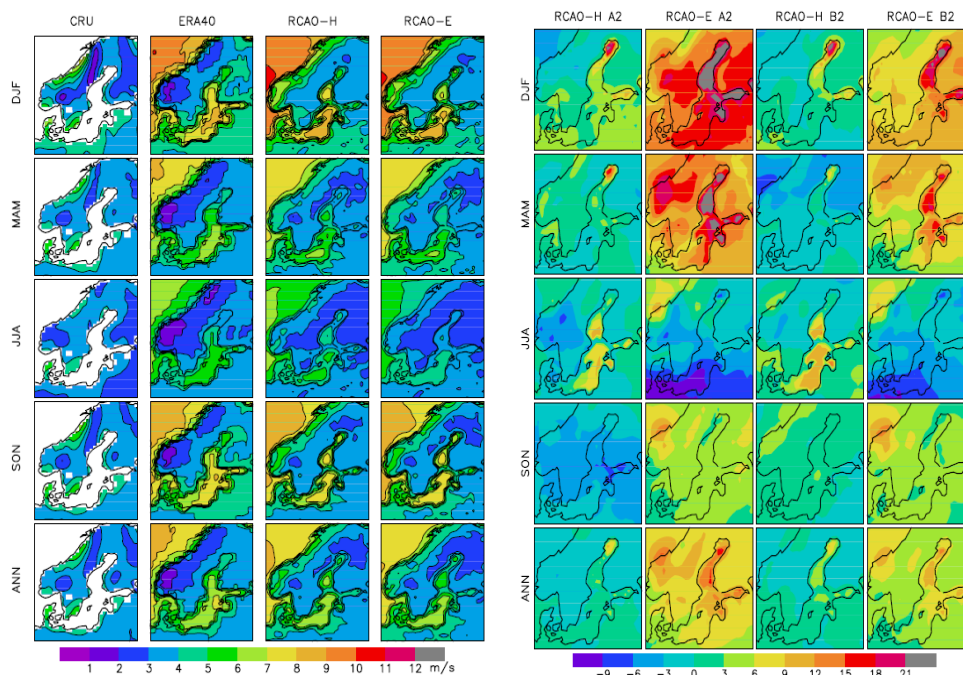
3.5.2. attēls. Fundamentālo vēja pamatātruma vērtība (ar varbūtību reizi 50 gados) atbilstoši ģeogrāfiskajam novietojumam (MK noteikumi Nr 396. 07.06.2005)



3.5.3. attēls. Mēnešu vidējais vēja ātrums 48 m augstumā – vērtējums no MIUU modeļa rezultātiem. a) janvāris b)aprīlis c)jūlijs d) oktobris. (Lindholm, 2003)



3.5.4. attēls. Vēja resursi Latvijā. Balstīts uz reģionālā vēja klimata - vidējas vēja ātrums 50 m virs līdzenas virsmas ar homogēnu 2. klases raupjumu (10 cm raupjuma garums). „mazie” vēja ātrumi pie Bauskas uzskatāmi par vispārējās nenoteiktības (Rathmann, 2003).



a) *3.5.5.attēls. a) Sezonālie vidējie vēja ātrumi. Kreisajā kolonnā dati no 0.5\*0.5o (apm. 55\*55 km) tīklā no Klimata pētījuma vienības (CRU), otrā kolonna dati no 125\*125km tīkla (ERA datu kopa) 3. un 4. kolonna RCAO kontroles klimats 0,44\*0,44o (50\*50km) tīklā. Visi dati reprezentē laika posmu no 1961 -1990. gadam b)Sezonālās un ikgadējās vēja ātrumu izmaiņas (% no pašreizējā) atbilstoši RCAO klimata izmaiņu simulācijām. (Meier et. al. 2006)*

Tie ir radīti ar dažādām metodikām, bet kopējās tendences ir līdzīgas. Tā kā arī ekstrēmu notikumi aprakstāmi ar virkni teorētisko sadalījumu (piem., Veibula, Gumbela), vēlējamies pārbaudīt cik droši izmantojami šie dati vētru varbūtību. Izmantojot Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras sniegtos datus par ilggadīgajiem datiem laika periodā no 1977. gada līdz 2005. gadam (ieskaitot) gada maksimālā vēja ātruma (vidējo 10 minūtēs) vidējām aritmētiskajām vērtībām un to standartnovirzēm katrai no 8 debespusēm (vēja virzieniem) aprēķinātas varbūtības, ka vējā ātrums pārsniegs 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 m/s sliekšni. Šie vēja ātrumi atbilst attiecīgi 19, 22, 25, 29, 32, 35 un 39 m/s brāzmās, pieņemot, ka saglabājas tā pati sakarība starp vidējo vēja ātrumu un vēja ātrumu brāzmās, kāda tika konstatēta 2005.g. janvāra vētras laikā.

3.5.1. tabula  
Varbūtība, ka vēja ātrums pārsniegs noteikto sliekšni (Gumbela sadalījums)

Vēja ātrums brāzmās m/s		19	22	25	29	32	35	39
vēja ātrums m/s		10	12	14	16	18	20	22
Stacija	virziens							
Ainaži	Z	65.5	28.3	9.8	3.2	1.0	0.3	0.1
	ZA	32.9	7.0	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0
	A	49.0	10.2	1.7	0.3	0.0	0.0	0.0
	DA	66.8	24.9	7.1	1.9	0.5	0.1	0.0

	D	99.9	57.7	9.7	1.2	0.1	0.0	0.0
	DR	69.5	13.1	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0
	R	91.6	47.4	15.3	4.2	1.1	0.3	0.1
	ZR	85.1	42.9	15.2	4.8	1.4	0.4	0.1
	kopējā	100.0	95.0	48.2	15.0	4.2	1.2	0.3
Alūksne	Z	5.3	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZA	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	A	3.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	DA	6.4	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	5.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	DR	11.8	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	R	39.1	13.6	4.2	1.3	0.4	0.1	0.0
	ZR	33.5	7.9	1.6	0.3	0.1	0.0	0.0
	kopējā	71.3	23.8	6.4	1.7	0.5	0.1	0.0
Bauska	Z	22.3	4.9	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0
	ZA	9.4	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	A	8.6	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	DA	16.9	3.3	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0
	D	24.1	6.4	1.6	0.4	0.1	0.0	0.0
	DR	32.9	7.0	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0
	R	47.2	16.2	4.8	1.4	0.4	0.1	0.0
	ZR	26.3	7.6	2.0	0.5	0.1	0.0	0.0
	kopējā	89.4	39.9	11.3	2.9	0.7	0.2	0.0
Daugavpils	Z	6.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZA	8.2	1.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
	A	10.0	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	DA	13.1	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	12.9	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	DR	30.6	6.4	1.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	R	51.2	19.0	6.0	1.8	0.5	0.2	0.0
	ZR	18.7	4.9	1.2	0.3	0.1	0.0	0.0
	kopējā	97.9	57.4	18.3	4.9	1.3	0.4	0.1
Liepāja	Z	66.6	30.2	11.1	3.8	1.3	0.4	0.1
	ZA	19.3	4.2	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0
	A	14.4	2.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	DA	18.9	2.9	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
	D	88.3	48.7	18.8	6.3	2.0	0.6	0.2
	DR	99.4	86.8	55.5	27.7	12.2	5.1	2.1
	R	100.0	99.4	79.9	39.3	14.4	4.7	1.5
	ZR	86.8	48.5	19.5	6.9	2.3	0.8	0.3
	kopējā	100.0	100.0	94.9	63.2	29.0	11.2	4.1
Stende	Z	22.3	4.9	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0
	ZA	9.4	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	A	8.6	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	DA	28.5	2.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	56.7	15.5	3.3	0.7	0.1	0.0	0.0
	DR	60.8	22.9	7.0	2.0	0.6	0.2	0.0
	R	86.8	46.8	17.8	5.9	1.9	0.6	0.2
	ZR	42.9	14.4	4.2	1.2	0.3	0.1	0.0
	kopējā	99.4	73.3	30.4	9.8	2.9	0.9	0.3

probability density =  $\exp(-e^{-(x-a)/b})$  **a** = Shape parameter

**b** = Dispersion parameter  
**X** = value at which to evaluate the function

Tā kā Gumbela sadalījuma kumulatīvās blīvuma funkcijas vērtības nosaka divi rādītāji - vidējā vērtība un standartnovirze, dažādu ekstrēmu vēju ātrumu varbūtības var atšķirties arī pie vienādām vidējām vērtībām. Piem., Bauskā gan Z, gan D max vēju vidējā vērtība ir 9,0 m/s, bet varbūtība, ka tiks pārsniegta 12m /s ir attiecīgi 4.9 un 6.4%, jeb reizi 20 gados un reizi 15 gados.

Būtiski norādīt, ka visās meteostacijās (izņemot Ainažus) visspēcīgākie ir rietumu vēji – varbūtība, ka vēja ātrums pārsniegs 12 m/s, jeb 22 m/s brāzmās ir no 14 % gadu Alūksnē līdz par 99% gadu Liepājā. Tas nozīmē, ka tās kartes, kurām ir pieejama informācija tikai par vidējām vēja ātrumu vērtībām ir jāvērtē visai piesardzīgi.

Izmantojot ArcGIS Inverse Weighted Distance tool un Kriging tool dažādus parametrus, konstatēts, ka no mērījumu punktiem tālākās virsmas interpolācijas vērtības visai ievērojami atšķiras, tādēļ precīzākas informācijas ieguvei par vēju ātrumiem dažādās vietās būtu izmantojamas specializētas programmas piem., WAsP, kuras ir paredzētas vēja klimata modelēšanai un atbilstoši Somijas un Zviedrijas pētnieku (Peltola, Sallnas, Blennow) ir piemērotas modelēšanai mēreni sarežģīta reljefa apstākļiem.

### 3.5.2. Novērtēšana pēc notikuma

Nekavējoties pēc vētras veicami pasākumi, lai attīrītu ceļus un elektrolīnijas, kā arī bīstamo koku novākšana. Tālākie pasākumi jau ir detāli aprakstīti „Tehniskajos norādījumos vētras bojātas koksnes ieguvei un aizsardzībai (eds. Pishedda D., 2004). Proti, pirms vētru radīto bojājumu plānu izstrādes nepieciešams novērtēt mežam nodarīto bojājumu apjomu.

Noskaidrojamie jautājumi:

Cik lieli ir bojājuma apjomi?

Kuras platības ir bojātās?

Kādas audzes ir bojātas?

Kāds ir bojājuma tips?

Kāds bojāto koku (lapu koku/ skuju koku) īpatsvars un dimensijas?

Reljefa raksturojums?

Infrastruktūra?

#### **Bojājumu (izmaiņu) novērtējums:**

- Satelītattēli;
- Aerofoto; ortofoto attēlus
- Veicot apsekojumus dabā.

Izvērtējot literatūrā pieejamo informāciju par dažādu satelītattēlu (SPOT2 , SPOT 4 , Landsat) izmantošanu bojājumu identificēšanā veicot pirms un pēc vētras izmaiņu noteikšanu devuši vājus rezultātus. (Stach, et al. 2005) Salīdzinot dažādu sensoru interpretācijas precizitāti (skat. 1.2.1. tabula) (Donoghue et al. 2005) konstatē, ka interpretācijai ļoti būtiska ir eksperta kvalifikācija, kā arī attēla izšķirtspēja.

3.5.2. tabula

## Atšķirīgu sensoru datu dažādu bojājumu tipu interpretācija efektivitāte %

	Nelieli iekšējie izgāzumi	Lieli iekšējie izgāzumi	Lieli ārējie izgāzumi	Negāzts
Aerofoto (0,25m)	50	73	77	92
Iconos panhromātiskais (1m)	60	88	53	92
Lidar (4m)	40	75	50	90
Ikonos multispektrālais (4m)	47	85	50	92
Aster (15m)	20	40	33	64
Landsat panhromātiskais (15m)	175	8	13	90
SPOT (20m)	17	18	60	82

Salīdzinot Evisat, Radarsat un CARABAS ar aerofoto un lauku mērījumiem pēc 2005. gada janvāra vētras Zviedrijā konstatēts, ka Envisat, un Radarsat C joslas attēli nav izmantojami bojājumu identificēšanā to nepiemērotās frekvences un izšķirtspējas dēļ. Savukārt uz lidmašīnām bāzētās CARABAS VHF joslu SAR spēja noteikt lielāko daļu bojāto meža platību un dažreiz pat tādas, kuras netika identificētas aerofotoattēlos (Ulander et.al. 2005).

Priekšlikums Zemkopības ministrijai izvērtēt iespējas regulāri iegādāt tekošā gada satelītattēlus, kurus varētu izmantot tās pārziņā esošo struktūrvienību piem., VMD funkciju veikšanai, bet arī kā atskaites sistēmu, gadījumā, ka nepieciešams novērtēt stāvokļa izmaiņas pēc vētras.

Gadījumā, ja tiek nolemts veikt sākotnējo situācijas vērtējumu, tikai lai identificētu bojājuma apjomu, veicot apsekojumu dabā. Pēc liela mēroga (ciklonu) vētrām, balstoties uz 2005. gada pētījumu rezultātiem, konstatēts, ka kopējas situācijas apzināšanai pietiek ar aptuveni 2000 nogabalu apsekošanu.

Svērtā bojātā krāja, m <sup>3</sup> /ha	5.8	5.9	5.9	5.7	5.5
Standartkļūda	0.7	0.7	1.3	0.9	0.6
aprēķinos izmantoto datu kopa	166	1990	1990	1989	1989

Apsekojot 166 vienu km<sup>2</sup> lielu kvadrātu un aprēķinot katra kvadrāta vidējo vērtību konstatēts, ka uz 1 ha vidēji bojāts 5.8 m<sup>3</sup>/ha, taču līdzīgu rezultātu iegūst arī izmantojot informāciju par aptuveni 2000 apsekotiem nogabaliem. Ja šādus nogabalus izvēlas regulāri visā Latvijas teritorijā, tad iegūstama relatīvi objektīva informācija par notikuma sekām.

## Secinājumi

2007. gadā apsekotajos 15 vienu km<sup>2</sup> apsekti 454 nogabali, no tiem bojājumi konstatēti 104 nogabalos. Bojājuma pakāpe būtiski mazāka nekā 2005. gadā, galvenokārt gāzti atsevišķi koki.

Sākotnēji apsekošanai izvēlētajos 20 parauglaukumos netika konstatēts neviens bojāts koks, tādēļ apsekti vēl 34 paraulaukumi. No vairāk nekā 2000 uzmērītājiem kokiem, 2007. gadā bojāti tikai 2 koki.

Veikta 60 aerofotoattēlu centrālās daļas ieciparošana, 5 ha platība – vainagu klājs, bet centrālajā daļā ieciparoti arī visi attēlos redzami atsevišķie bojātie koki. Informācija būs izmantojama datorā atpazīstamās un lauku mērījumu rezultātu salīdzināšanai.

Aprēķināts, ka vētras, kura pēc sava spēka līdzīga 2005. gada vētrai, pietiekams ir aptuveni 2000 nogabalu apsekojums, lai varētu ar 20-30% precizitāti noteikt kopējo bojājuma apjomu.

Izmantojot uzlaboto binominālo loģistiskās regresijas vienādojumu, aprēķinot bojājuma varbūtību ietekmējošo faktoru nozīmīgumu katrai valdošajai sugai (P, E, B) atsevišķi, konstatēts, ka ievērojami uzlabots ir E modelis, Nagelkerke R<sup>2</sup> sasniedz .313 salīdzinot ar 2006. gadā izstrādāto pagaidu modeli (Nagelkerke R<sup>2</sup> 0,123)

Tomēr izstrādātais modelis 2007. gada janvāra vētras rezultātus spēj paredzēt vāji – tikai eglei tika atpazīti 55% no bojātajām audzēm.

## Izmantotā literatūra

1. 1. Нормативы для таксации леса Латвийской ССР. Рига: Леспроект, 1988,175.c.
2. Liepa, I. Pieauguma mācība. Jelgava: LLU, 1996, 123. lpp.
3. Ruel J.-C., Quine C.P., Meunier S., Suarez J. Estimating widththrow risk in balsam fir stands with the ForestGales model. The Forestry chronicle, vol. 76. NO.2., 2000
4. Latvijas Republikas Ministru kabinets. Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-01 "Būvklimatoloģija". Rīga. 2001.gada 23.augusta Noteikumi Nr. 376. [skatīts 2007.g.nov.]. pieejams: [www.likumi.lv](http://www.likumi.lv)
- 5.



