

PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA ATBALSTĪTO PĒTĪJUMU

<u>PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:</u>	MEŽA VESELĪBAS STĀVOKĻA LĪMEŅA NOTEIKŠANA AR SATELĪTU ATTĒĻU APSTRĀDES ALGORITMIEM
----------------------------	---

LĪGUMA NR.: 300408/S139

IZPILDES LAIKS: 30.04.2008 – 03.11.2008

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS Bc.silv. Juris Zariņš

SATURA RĀDĪTĀJS

SATURA RĀDĪTĀJS.....	2
KOPSAVILKUMS	3
Projekta mērķis.....	3
Darba uzdevumi.....	3
Rezultāti.....	3
IEVADS	5
MATERIĀLS UN METODIKA	6
1. Izvēlētā teritorija.....	6
2. Satelītu attēli	7
3. Attēlu apstrāde.....	8
3.1. Veģetācijas indeksi	8
3.1.1. NDVI.....	8
3.1.2. RVI.....	9
3.2. Veģetācijas indeksu aprēķināšana.....	10
3.3. Dažādu laiku satelītu attēlu NDVI vērtību salīdzināšana	10
4. Kontroles paraugkopas.....	11
4.1. Meža resursu monitorings.....	11
4.2. VMD informācija.....	12
4.2.1. 1. Līmeņa meža monitorings.....	12
4.2.2. Sanitāro kailciršu teritorijas	12
REZULTĀTS UN DISKUSIJA	13
5. Klasifikācijas rezultāti	13
5.1. NDVI.....	14
5.1.1. Meža resursu monitorings.....	14
5.1.2. VMD informācija	17
5.2. RVI.....	19
5.2.1. Meža resursu monitorings.....	19
5.2.2. VMD informācija	20
5.3. Divu periodu NDVI salīdzinājums	22
Secinājumi.....	23
Izmantotā literatūra	24

KOPSAVILKUMS

Projekta izpildītājs: LVMI „SILAVA”

Projekta vadītājs: Juris Zariņš

Galvenie projekta izpildītāji: Jānis Donis, Līga Jansone

Projekta mērķis

Attēlu apstrādes programmatūras meža veselības stāvokļa noteikšanas algoritmu rezultātu novērtēšana, lai izvērtētu operatīvākas un aptverošākas tehnoloģijas meža bojājumu novērtēšanai.

Darba uzdevumi

1. Meža resursu monitoringa datu sagatavošana par meža bojājumu līmeni.
2. Valsts meža dienesta 1. līmeņa meža monitoringa datu un iepriekšējā gada sanitāro kailciršu pārskatu informācijas sagatavošana.
3. Meža veselības noteikšana satelītu attēlos ar attēlu apstrādes algoritmiem.
4. Noteikto rezultātu salīdzināšana ar meža resursu monitoringa, 1. līmeņa meža monitoringa novērtējumu rezultātiem un sanitāro kailciršu informāciju.

Rezultāti

No meža resursu monitoringa parauglaukumu datu bāzes sagatavota testa teritorijā atrodošos parauglaukumu datu bāze un digitālā karte ar meža bojājumu un teritoriālā iedalījuma (pagastu) pazīmēm, kā arī papildus koku sugu un parauglaukuma krājas informāciju.

Pieprasīta un saņemta Valsts meža dienesta 1. līmeņa monitoringa datu un iepriekšējā gada veikto sanitāro kailciršu informācija. No saņemtās informācijas izveidoti testa teritorijā esošās informācijas digitālie karšu slāņi ar meža bojājumu un teritoriālā iedalījuma pazīmēm. Kā kontroles datu kopa, ar kuru salīdzināt veģetācijas indeksu vērtības sanitāro ciršu teritorijās pirms ciršanas, sagatavota visu testa teritorijas meža nogabalu digitālie karšu slāņi.

Izmantojot iepriekšējā gada satelītu attēlus veikta to klasifikācija izmantojot divu veģetācijas indeksu vērtības. Rezultātā iegūta digitālie kartes (attēlu) slāņi ar klasifikācijas vērtībām katrai attēla vienībai (pikselim).

Testa teritorijas meža resursu monitoringa parauglaukumu, 1. līmeņa monitoringa, sanitāro ciršu digitālās kartes objektu datu bāzei pievienotas satelītu attēla veģetācijas indeksu klasifikācijas vērtības. Sekojoši veikta klasifikācijas vērtību novērtēšana – salīdzināšana.

Papildus projekta darba uzdevumiem veikta 2006. gada satelītu attēla veģetācijas indeksa NDVI aprēķins un šo rezultātu salīdzināšana ar 2007. gada satelītu attēla veģetācijas indeksa NDVI vērtībām, lai noskaidrotu iespējas noteikt meža veselības stāvokļa (veģetācijas indeksu) izmaiņas starp diviem veģetācijas periodiem.

Būtiskākie novērojumi ir, ka veģetācijas indeksiem, kas iegūti no viena gada satelīta attēliem ir vāja un nebūtiska sakarība ar meža resursu monitoringa parauglaukumos, VMD monitoringa teritorijās noteiktajiem meža veselības rādītājiem. Ar veģetācijas indeksa NDVI izmaiņām starp divu gadu satelītu attēliem ir nosakāmas vien krasas meža veģetācijas veselības izmaiņas. Kā arī veģetācijas indeksu rezultātus ietekmē attēla uzņemšanas laiks veģetācijas periodā, ko pierāda to vērtību salīdzināšana divu dažādos laikos uzņemtos satelītu attēlos.

IEVADS

Klimata izmaiņas, šīm izmaiņām iegūstot ar vien dinamiskāku raksturu, to atspoguļojums meža teritoriju veģetācijas procesos rada nepieciešamību meklēt iespējas šo izmaiņu konstatēšanai piemērotas analīzes iespējas. Šim nolūkam reģionus pārklājošu teritoriju novērošanai, iespējams izmantot vien zemes virsmas satelītu uzņēmumus, tajos veicot veģetācijas indeksu analīzi.

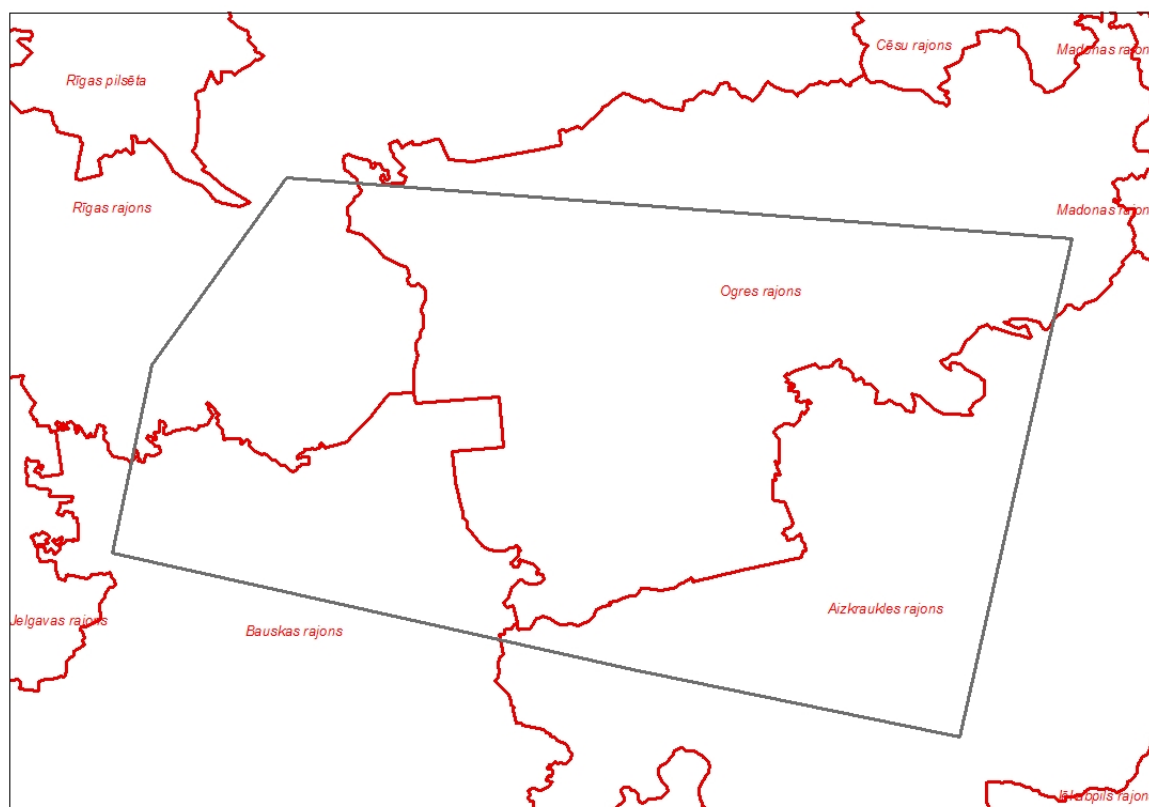
Veģetācijas indeksu būtība (NASA Earth Observatory) ir ar regulāru zemes virsmas satelītu attēlu analīzes palīdzību noteikt veģetācijas izmaiņu procesus globālā līmenī. Tie analizējot attēlu spektra informāciju, visbiežāk, sarkanajā (RED) un tuvu infrasarkanajā (NIR) daļā, domāti fotosintezējošās veģetācijas daudzuma (aktivitātes) noteikšanai un izmaiņu izsekošanai ik pēc notikta laika perioda. Līdz šim maz pētījumu par veģetācijas indeksu saistību ar mežaudzes sastāva informāciju. Pirmais Latvijā 2007. un 2008. gadā pēc AS „Latvijas valsts meži” veiktais pētījums saistīts ar augoša meža sastāva rādītāju un veģetācijas indeksu attiecināšanu. Tomēr nav pētīta iespēja izteikt divu Latvijas meža monitoringu informācijas, Silavas meža resursu monitoringa un VMD 1.līmeņa monitoringa, sakarība ar satelītu attēlu veģetācijas indeksu vērtībām.

Vienlaicīgi, kā konstatēts veģetācijas indeksu pētījumos (Miles Roberts), ka NDVI vērtības nav nemainīgi statiskas, bet gan mainās atkarībā no nokrišņu daudzuma, nedaudz mazāk no temperatūras svārstībām. Pie kam šīs sakarības ir sezonālas ar, piemēram, temperatūras ietekmi lielāku veģetācijas periodā sākumā un beigās un gandrīz nekādu ietekmi vidus periodā. Papildus šis apstāklis, kā arī, iespējams katras koku sugas attīstības īpatnības veģetācijas perioda laikā, jāņem pie veģetācijas indeksu pētījumu rezultātu interpretācijas.

MATERIĀLS UN METODIKA

1. Izvēlētā teritorija

Kā testa teritorija izmantota 2007. gada pētījuma „Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu mērījumu interpolācijas projekts, izmantojot satelītu uzņēmumu analīzes iespējas” testa teritorija, un šī projekta ietvaros iegādātie satelītu attēli. Teritorija atrodas Rīgas un Ogres rajonu dienvidu daļā, Bauskas un Aizkraukles rajonu ziemeļu daļā (1.1. att.).



1.1. att. Testa teritorija

2. Satelītu attēli

Datu analīzei izmantoti LANDSAT un AwiFS satelītu attēli, kas 2007.gada projektā sagatavoti (ortorektificēti) atbilstoši vietējai (LKS-92) piesaistei no precīziem ortofoto attēliem. No tiem izgriezta testa teritorijas daļa ātrākai analīzes funkciju veikšanai. Pamata satelītu attēlu joslas, kurās tiek noteikti veģetācijas rādītāji ir sarkanā un tuvu infrasarkanā (infrared). Tās ir AwiFS (2,3 josla), LIIS (2.3 josla), DMCII (1,2 josla), LANDSAT (3, 4 josla) un SPOT (2,3 josla) satelītu attēlos. Satelītu attēli, kas izmantoti projektā, satur veģetācijas analīzēm nepieciešamās spektra joslas (2.1. un 2.2. tab.).

2.1. tab.

LANDSAT satelīta spektra joslu apraksts.

Josla	Spektra vērtības (μm)	Nosaukums
1	0.45-0.52	Zilā
2	0.53-0.61	Zaļā
3	0.63-0.69	Sarkanā (RED)
4	0.75-0.90	Tuvu infrasarkanā (NIR)
5	1.55-1.75	Vidējā infrasarkanā
6	10.4-12.5	Termālā infrasarkanā
7	2.09-2.35	Īsviļņu infrasarkanā
8	0.52-0.90	panhromātiskā

2.2. tab.

AwiFS satelīta spektra joslu apraksts.

Josla	Spektra vērtības (μm)	Nosaukums
1	0.52 to 0.59	Zaļā
2	0.62 to 0.68	Sarkanā (RED)
3	0.77 to 0.86	Tuvu infrasarkanā (NIR)
4	1.55 to 1.7	Vidējā infrasarkanā

Papildus uzdevuma – 2006. un 2007. gadu NDVI indeksa vērtību salīdzināšanai papildus izmantots SPOT5 satelītu attēls, kuram trešā un ceturtā spektra joslas ir attiecīgi sarkanā un tuvu infrasarkanā (2.3. tab.).

2.3. tab.

SPOT5 satelīta spektra joslu apraksts.

Josla	Spektra vērtības (μm)	Nosaukums
1	0.50 to 0.59	Zaļā
2	0.61 to 0.68	Sarkanā (RED)
3	0.79 to 0.89	Tuvu infrasarkanā (NIR)
4	1.58 to 1.75	Vidējā infrasarkanā

3. Attēlu apstrāde

3.1. Veģetācijas indeksi

Kā attēlu apstrādes algoritmi izmantoti veģetācijas indeksi kā NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), RVI (Ratio Vegetation Index).

3.1.1. NDVI

NDVI izsaka ar formulu:

$$NDVI = NIR - RED / NIR + RED \quad (1)$$

kur

NIR – tuvu infrasarkanais;

RED – sarkanais.

NDVI izdala veģetāciju, jo tā absorbē saules starojuma sarkano spektru, bet atstaro tuvu infrasarkanā. Tas nozīmē, ka augstāka fotosintēzes aktivitāte samazina atstarošanu sarkanajā spektrā, bet palielina to tuvu infrasarkanajā spektrā.

NDVI vērtības ir iedalījumā no -1 līdz +1, kur negatīvas vērtības ir teritorijām bez veģetācijas, bet vērtības virs 0,5 nozīmē biezu veģetāciju. Lai vienkāršotu datu apstrādi un attēlošanu, izdalītās vērtības bieži konvertē uz vienkāršota 8 bitu attēla vērtībām - no 0 līdz 255 (NASA Earth Observatory).

3.1.2. RVI

RVI izsaka ar formulu:

$$RVI = NIR / RED \quad (2)$$

kur

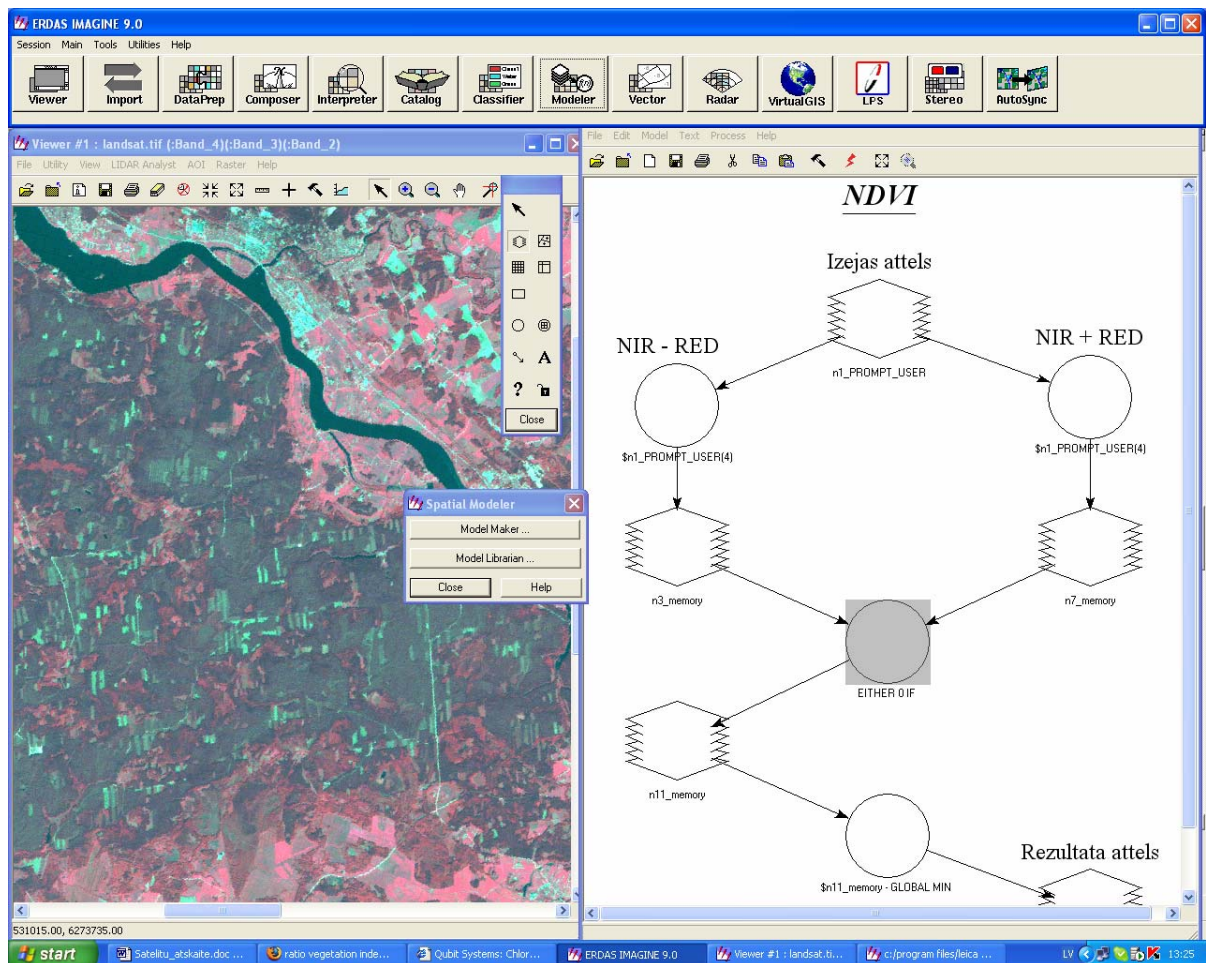
NIR – tuvu infrasarkanais;

RED – sarkanais.

RVI kā viens no aptuveni 50 attēlu analīzē izmantotajiem veģetācijas indeksiem, cēlies 1999. gadā līdz ar NASA Earth Observing System (EOS) programmu, kuras ietvaros tika palaists vidējas izšķirtspējas satelīts MODIS (Moderate resolution Imaging Spectroradiometer). RVI kā veģetācijas indeksu noteica EOS programmas komanda, jo indekss novērš atsevišķus atmosfēras daļiņu un augsnes atstarošanās kropļojumus, kā arī neparāda spēcīgi paaugstinātu indeksa vērtību tādās ar hlorofilu bagātās teritorijās kā mūža meži.

3.2. Veģetācijas indeksu aprēķināšana.

Veģetācijas indeksu vērtību aprēķināšanai izmanto ERDAS IMAGINE PROFESSIONAL programmatūru, pamatojoties uz attiecīgo spektra joslu vērtībām (1. un 2. formula). Spektrālās analīzes starp attēlu joslām atkārtošānai izmanto programmatūras modeļu veidošanas – saglabāšanas iespējas (3.2.1. att.).



3.2.1. att. Modeļu veidošana ERDAS IMAGINE

3.3. Dažādu laiku satelītu attēlu NDVI vērtību salīdzināšana.

Veģetācijas indeksus izmanto arī to vērtību starpības (noviržu) atrašanai vienas teritorijas apauguma izmaiņu noteikšanai starp dažādu laiku (sezonu)

satelītu attēliem vienos un tajos pašos parauglaukumu punktos. Negatīvas izmaiņas norāda gan uz saimnieciskās darbības veikšanu gan veģetācijas stresa līmeni (Land Surface Characteristics). Tomēr jāpatur prātā arī veģetācijas perioda veģetācijas indeksu iespējamās sezonālās svārstības.

4. Kontroles paraugkopas.

Rezultātus, kas iegūti iedalot teritoriju veģetācijas indeksu gradācijā (gan viena perioda gan divu periodu attēlu vērtības) salīdzina ar sanitārajām cirtēm, meža 1. līmeņa monitoringa ietvaros noteikto defoliācijas līmeni un meža resursu monitoringa meža bojājumu informāciju. Lai iegūtu salīdzināšanas datu kopas, kontroles paraugkopām, kas sagatavotas kā digitālie karšu slāņi, telpiski tiek pievienota klasifikācijas rezultātu attēlu (rastra slāņu) šūnu (pikseļu) vērtības, izmantojot ArcGIS datorprogrammas funkciju „Extract values to points”.

Papildus VMD sanitāro ciršu veģetācijas indeksu vērtību vidējo vērtību salīdzināšanai ar nosacīti neskartu teritoriju veģetācijas indeksu vērtībām, sagatavots teritorijas visu meža nogabalu vietu ĢIS datu slānis, kuram pievienotas to teritorijā esošās veģetācijas indeksu vērtības.

4.1. Meža resursu monitorings

Meža resursu parauglaukumu dati testa teritorijai iever 122 parauglaukumu informāciju, kuri apsekoti 2007. gadā. Dati sagatavoti no parauglaukumu datu bāzes ietverot parauglaukumu teritoriālā (administratīvā) iedalījuma informāciju.

Meža bojājumu iedalījums parauglaukumu datu bāzē ietver bojājumus par vēja, ūdens, slimību, kaitēkļu un uguns bojājumiem. No tiem ievērojami pārstāvēti dzīvnieku (~13% parauglaukumos) un slimību (~7% parauglaukumos) bojājumi. Uguns un kaitēkļu bojājumi paraugkopā nav.

Papildus meža bojājumu datiem atlasīta parauglaukuma valdošās sugas pazīmes, krājas vērtības, lai noteiktu to sakarības ar veģetācijas indeksu vērtībām.

4.2. VMD informācija.

4.2.1. 1. Līmeņa meža monitorings

Testa teritorijā atrodas 22 1. līmeņa meža monitoringa punkti, no kuriem 20 punktos noteikta defoliācijas vērtība. Datu kopa ir nepietiekoša, lai attiecinātu vērtības uz teritoriālo (administratīvo) iedalījumu. Šo monitoringa punktu informācija tiek attiecināta uz priedes, egles un bērza defoliācijas līmeni kopējā testa teritorijā.

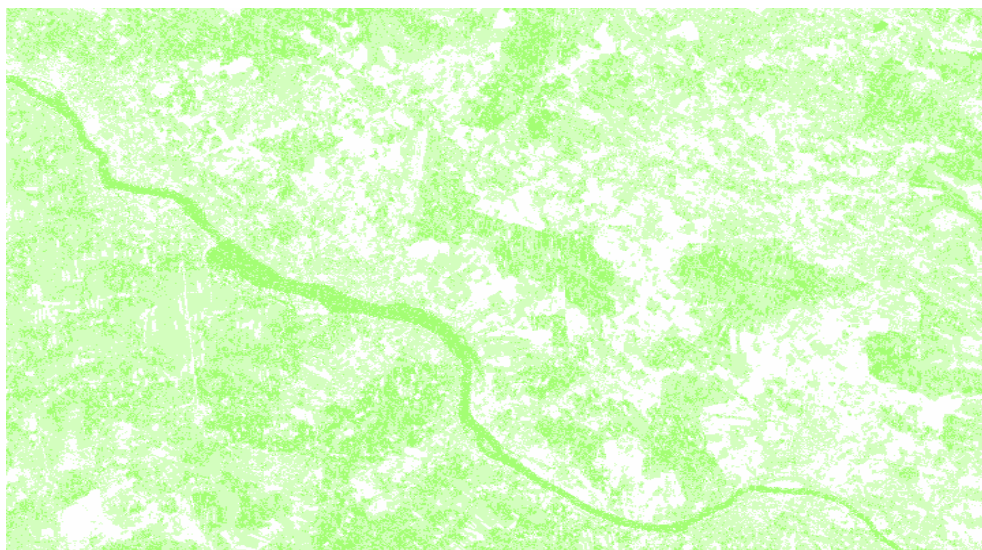
4.2.2. Sanitāro kailciršu teritorijas

No 2007. gada sanitāro kailciršu informācijas testa teritorijā atlasīta aptuveni 600 valsts un privāto meža teritoriju nogabalu informācija. Datu kopa ietver arī teritorijas iedalījuma pazīmes (pagastu un mežniecību informācija), kas ļauj informāciju analizēt to griezumā. Dati sagatavoti kā punktu ĢIS slāņi ar vienu brīvi izvēlētu punktu katra sarakstā pārstāvētā nogabala teritorijā. Sanitāro ciršu informācija nesniedz informāciju sadalījumā pa ciršanas piemērošanas iemesliem. Tādēļ tā izmantojama kopējā teritorijas iedalījuma novērtējumam salīdzinot veģetācijas indeksu vērtības sanitāro ciršu un kopējos meža teritorijas datos.

REZULTĀTS UN DISKUSIJA

5. Klasifikācijas rezultāti

Veicot veģetācijas indeksu aprēķinus, sākotnējie to rezultāti apstiprina vispārējas veģetācijas izdalīšanas iespējas un norāda uz to saistību ar biomasas daudzumu teritorijā. Šāda metodika pielīdzināmas nevadītās klasifikācijas rezultātiem izdalot zemes virsmas apauguma klases (5.1. un 5.2. att.), kas veikta 2007.gada projektā.



5.1. att. NDVI veģetācijas intensitāti norādošas vērtības

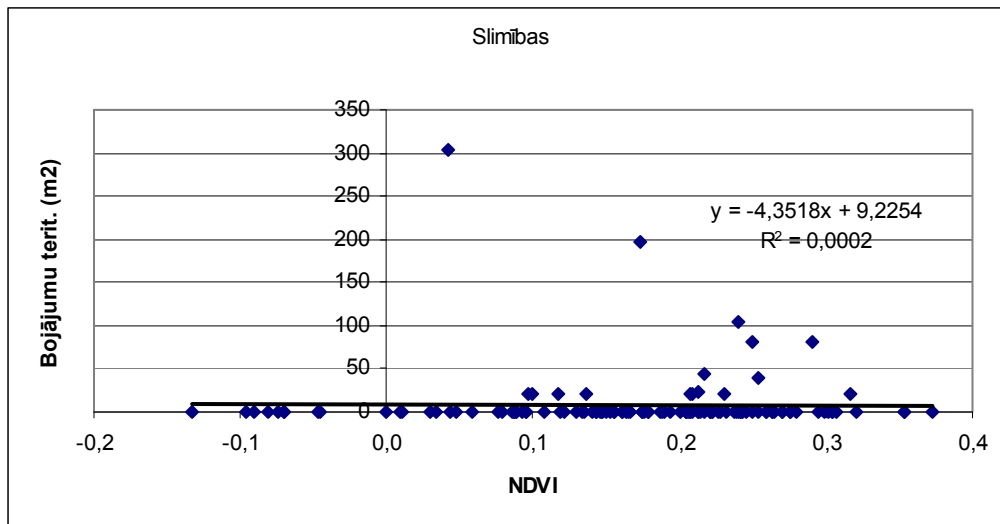


5.2. att. Nevadītās klasifikācijas (ISO) zemes virsmas seguma rezultāti

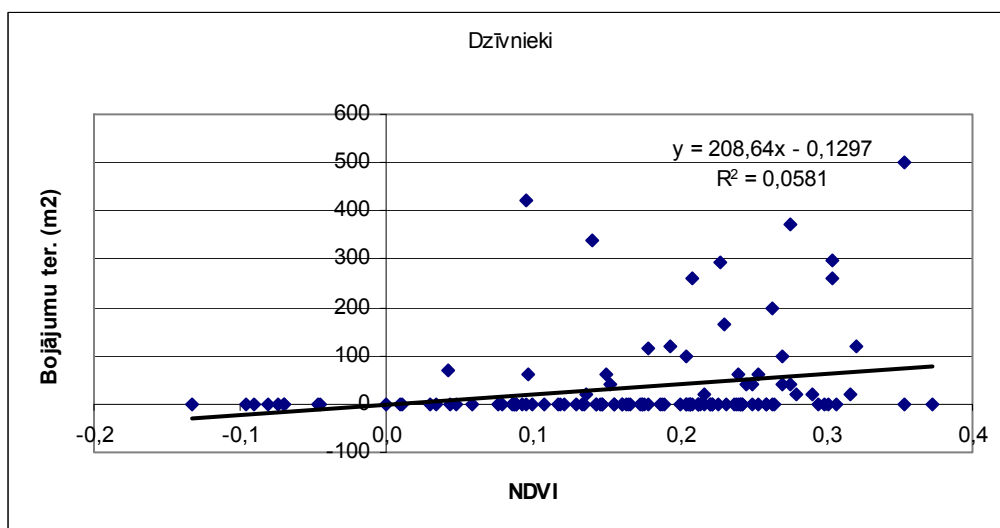
5.1. NDVI

5.1.1. Meža resursu monitorings

NDVI klasifikācijas rezultāti viena perioda satelītu attēlā salīdzinājumā ar meža resursu monitoringa datu bāzes meža bojājumu informāciju neuzrāda būtisku statistisku saistību (5.1.1.1. un 5.1.1.2. att.).



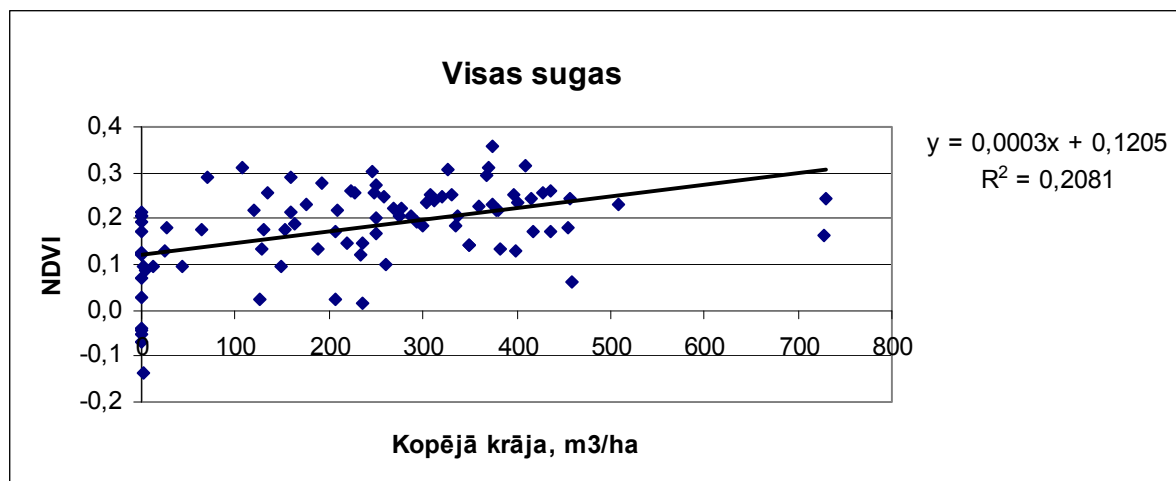
5.1.1.1. att. Slimību bojājumi un NDVI indekss visām sugām



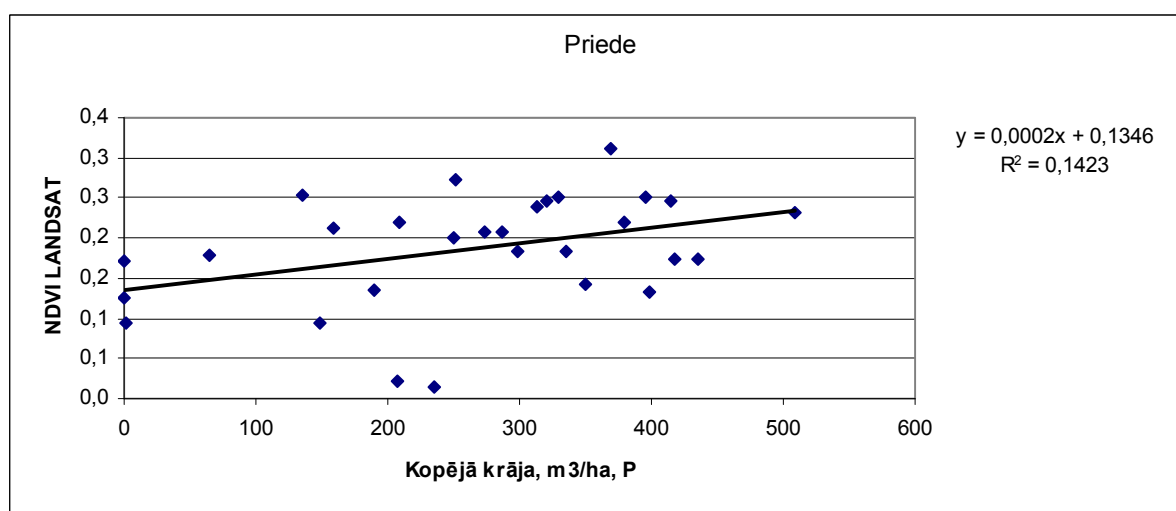
5.1.1.2. att. Dzīvnieku bojājumi un NDVI indekss visām sugām

Lai arī sagatavojot meža resursu monitoringa ĢIS datu slāņus ar veģetācijas indeksu vērtībām tika veikta blakus esošo attēlu šūnu vērtību interpolācija, lai novērstu attēlu ģeometriskā novietojuma (nolasīšanas precizitāte) ietekmi, iespējamās nepilnas parauglaukumu teritorijas informācijas analizēšanas problēmas. Tas saistīts ar parauglaukuma teritorijas un satelītu attēla pikseļa izmēru atšķirību. Statiskas aprēķināšanai traucējošs (korelācijas ticamība atkarībā no mērījumu skaita) ir nelielais zemes kontroles punktu skaits no kopējiem parauglaukumiem ar pārstāvētām bojājumu vērtībām.

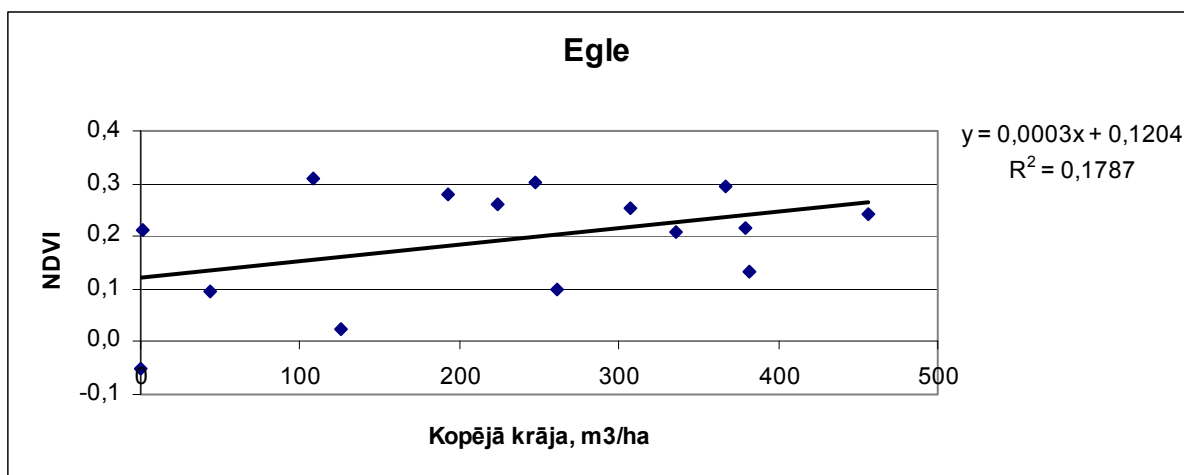
Papildus novērtējot veģetācijas indeksu saistību ar meža resursu monitoringa datu bāzes informāciju, indeksu vērtības salīdzinātas parauglaukumu krājas vērtībām pa koku sugām (5.1.1.3. līdz 5.1.1.6. att.).



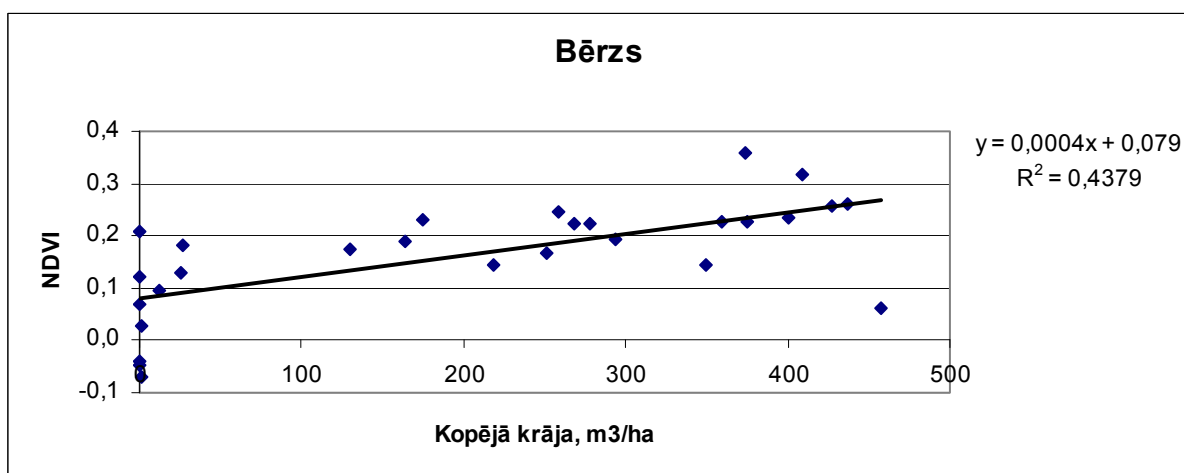
5.1.1.3. att. Visu sugu krāja un NDVI indekss



5.1.1.4. att. Priedes krāja un NDVI indekss



5.1.1.5. att. Egles krāja un NDVI indekss



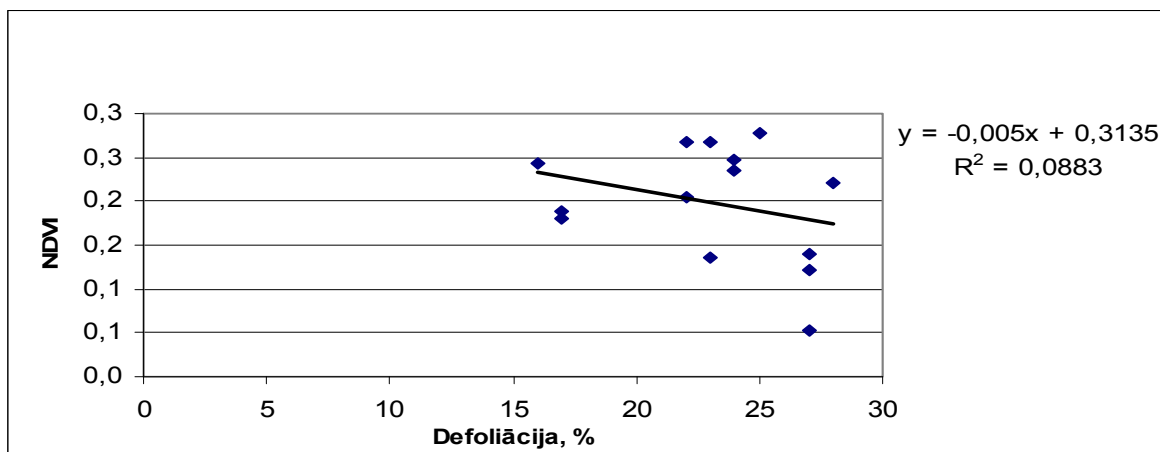
5.1.1.6. att. Bērza krāja un NDVI indekss

Krājas un veģetācijas indeksa vērtību saistība ir cieša vai vidēji cieša, kas norāda uz NDVI vērtību atkarību no biomasas daudzuma.

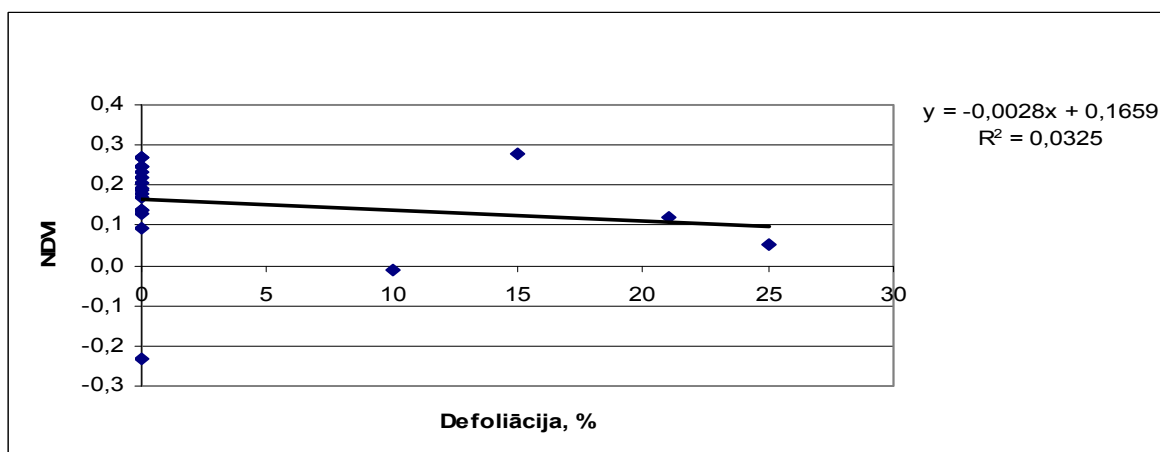
Neesot papildus informācijai par meža bojājumu raksturu parauglaukumā, pastāv iespēja, ka bojājuma raksturs nenosaka teritorijas biomasas (fotosintezējošās masas) zudumu (dzīvnieku stumbru apgrauzumi) vai arī tā ietekme ir nebūtiska, līdz ar to nav nosakāma veģetācijas indeksu izmaiņu vērtībās.

5.1.2. VMD informācija

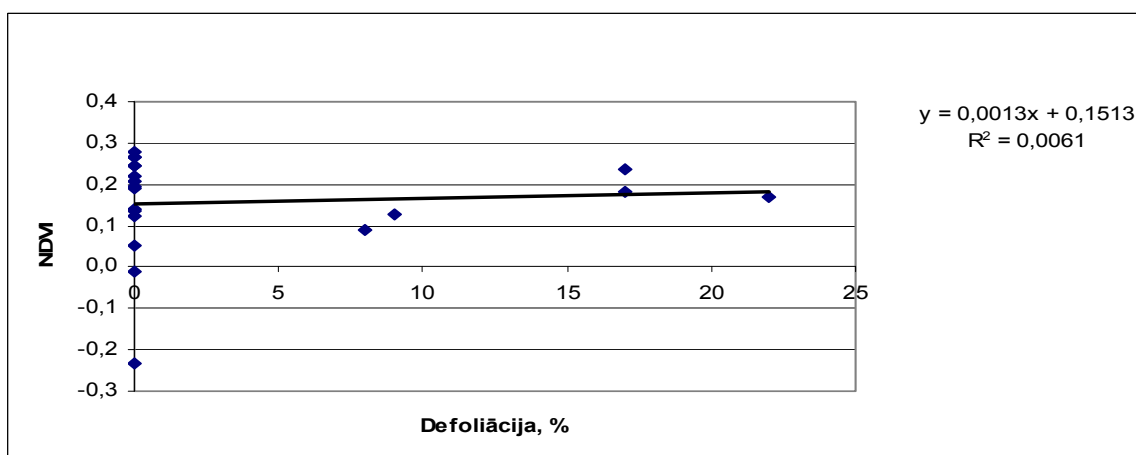
VMD 1 līmeņa monitoringa parauglaukumu defoliācijas vērtības neuzrāda būtisku sakarību ar tajās noteiktajām NDVI klasifikācijas vērtībām pa koku sugām viena perioda satelītu attēlā (5.1.2.1. līdz 5.1.2.3. att.).



5.1.2.1. att. 1 līmeņa monitoringa priedes NDVI vērtības



5.1.2.2. att. 1 līmeņa monitoringa egles NDVI vērtības



5.1.2.3. att. 1 līmeņa monitoringa bērza NDVI vērtības

Salīdzinājumā ar meža resursu monitoringa informāciju saistība augstāka, jo defoliācija vairāk saistāma ar fotosintezējošās masas zudumu, sevišķi skuju koku audzēs.

Salīdzinot veģetācijas indeksa vērtības ar sanitāro kailciršu teritorijām, tiek aprēķinātas indeksu vidējās vērtības abās datu kopās teritoriālo vienību griezumā (5.1.2.1. tab.), kas norādītu uz veselības vidējo stāvokli plašākā teritorijā.

5.1.2.1.tab.

Teritoriālo vienību vidējās NDVI vērtības

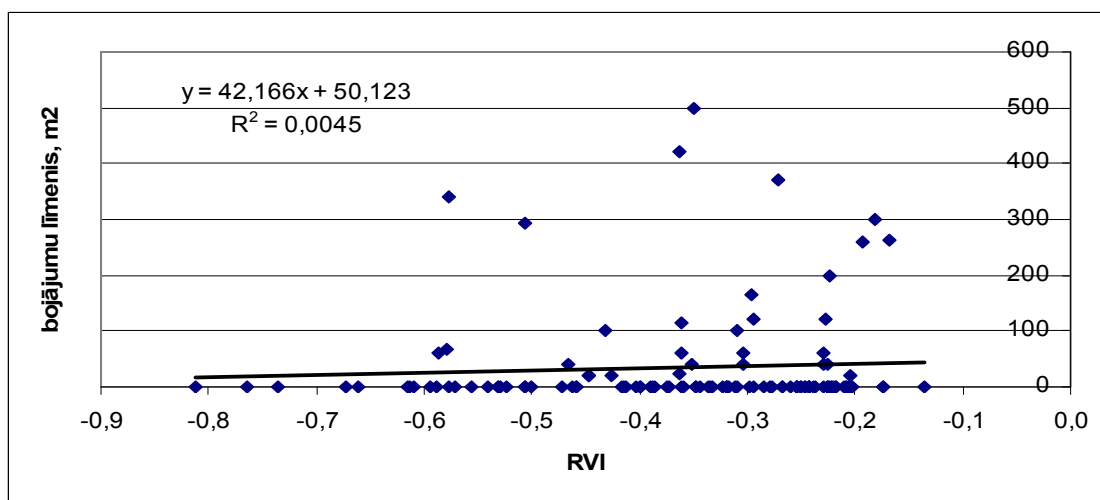
Teritorijas kods	Visi nogabali	Sanitārās cirtes	Indeksu starpība
3250	0,17	0,22	0,05
3260	0,18	0,20	0,02
3280	0,17	0,25	0,08
3282	0,20	0,18	-0,01
3290	0,17	0,19	0,02
4094	0,17	0,20	0,03
7429	0,16	0,20	0,04
7433	0,21	0,29	0,08
7444	0,20	0,21	0,01
7448	0,21	0,22	0,01
7460	0,20	0,16	-0,03
7464	0,25	0,25	0,00
7468	0,21	0,21	0,00
7476	0,19	0,19	0,00
7480	0,22	0,21	-0,01
7484	0,24	0,23	-0,01
7488	0,22	0,26	0,04
7494	0,18	0,22	0,04
8025	0,19	0,22	0,03
8056	0,17	0,21	0,04
Average	0,20	0,22	

Pēc iegūtajiem rezultātiem novērots, ka jebkādi bojājumi, kas ir bijuši par iemeslu sanitāro ciršu veikšanai, nav pietiekami, lai to īpatsvars noteiktu lielāku teritoriju veģetācijas indeksa NDVI būtiskas izmaiņas.

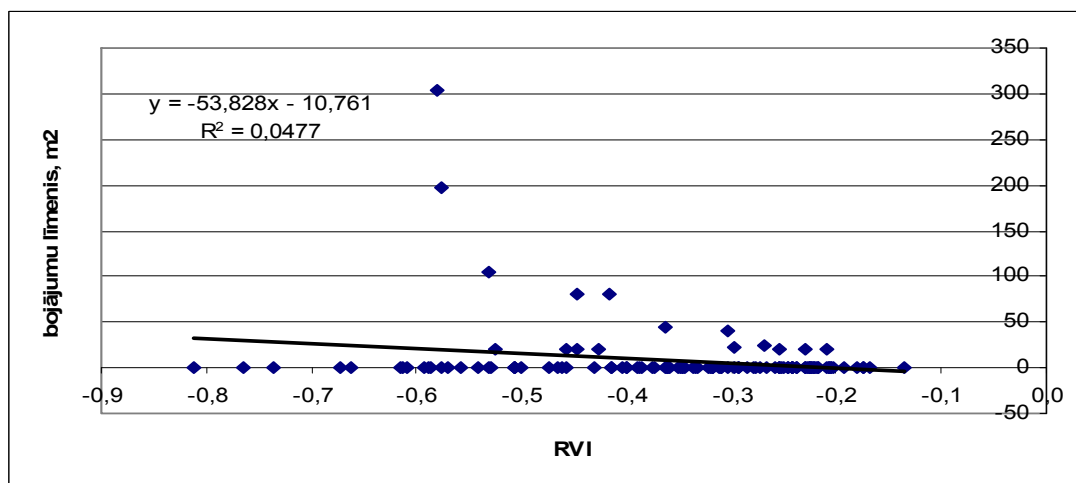
5.2. RVI

5.2.1. Meža resursu monitorings

Arī RVI indeksa vērtības viena perioda satelītu attēlā salīdzinājumā ar meža resursu monitoringa datu bāzes meža bojājumu informāciju neuzrāda būtisku sakarību (5.2.1.1. un 5.2.1.2. att.).



5.2.1.1. att. Dzīvnieku bojājumi un RVI indekss

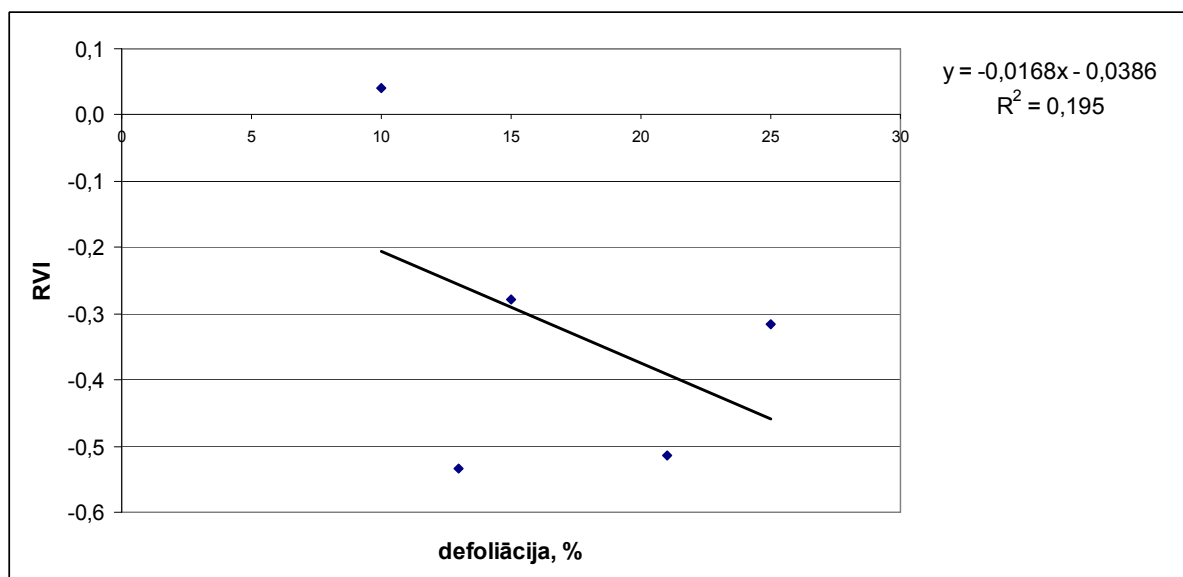


5.2.1.2. att. Slimību bojājumi un RVI indekss

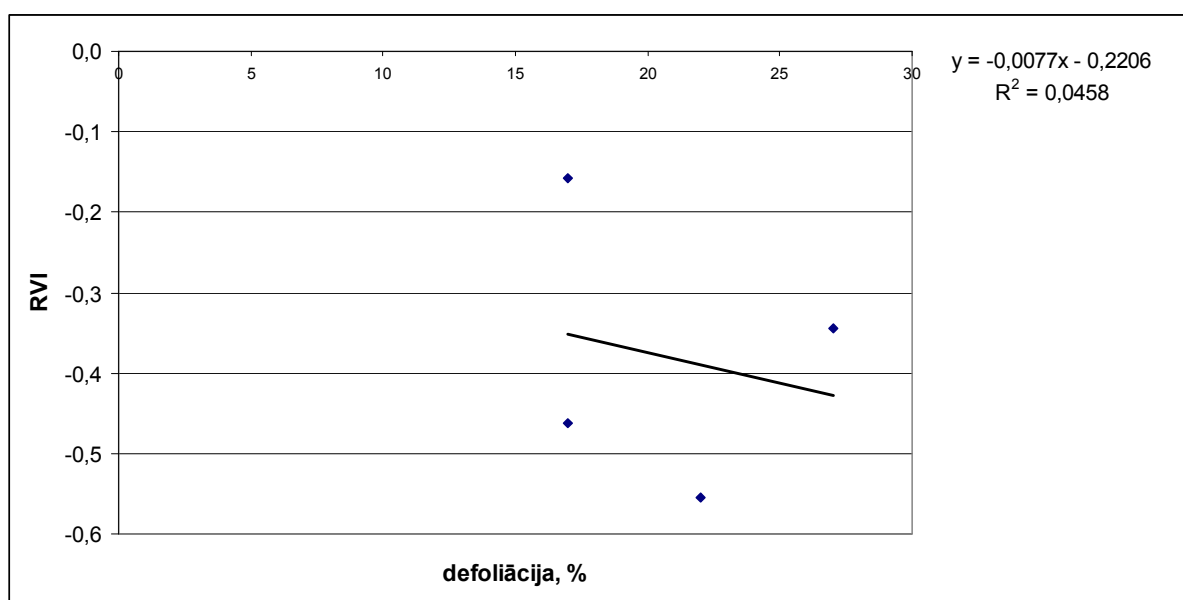
Tā kā starp dažādu veģetācijas indeksu vērtībām ir cieša korelācija (LLU Meža fakultāte), tad RVI veģetācijas indeksu vērtību rezultātu secinājumi ir secīgi ar NDVI indeksu rezultātiem.

5.2.2. VMD informācija

VMD 1 līmeņa monitoringa parauglaukumu defoliācijas vērtības un sanitāro kailciršu vietas neuzrāda būtisku sakarību vai ir vidēji cieši ar tajās noteiktajām RVI klasifikācijas vērtībām viena perioda satelītu attēlā (5.2.2.1. un 5.2.2.2. att.).



5.2.2.1. att. 1 līmeņa monitoringa egles parauglaukumu RVI vērtības



5.2.2.2. att. 1 līmeņa monitoringa bērza parauglaukumu RVI vērtības

Sakarības tomēr ir salīdzinoši augstākas kā meža resursu monitoringa gadījumā, tomēr, pie esošo atbalsta datu, parauglaukumu skaita nav vērā ņemamas.

VMD sanitāro ciršu teritoriju RVI vidējās vērtības pa teritoriālajām vienībām salīdzinājumā ar visu nogabalu vidējām RVI vērtībām uzrādītas 5.2.2.1.tab.

5.2.2.1.tab.

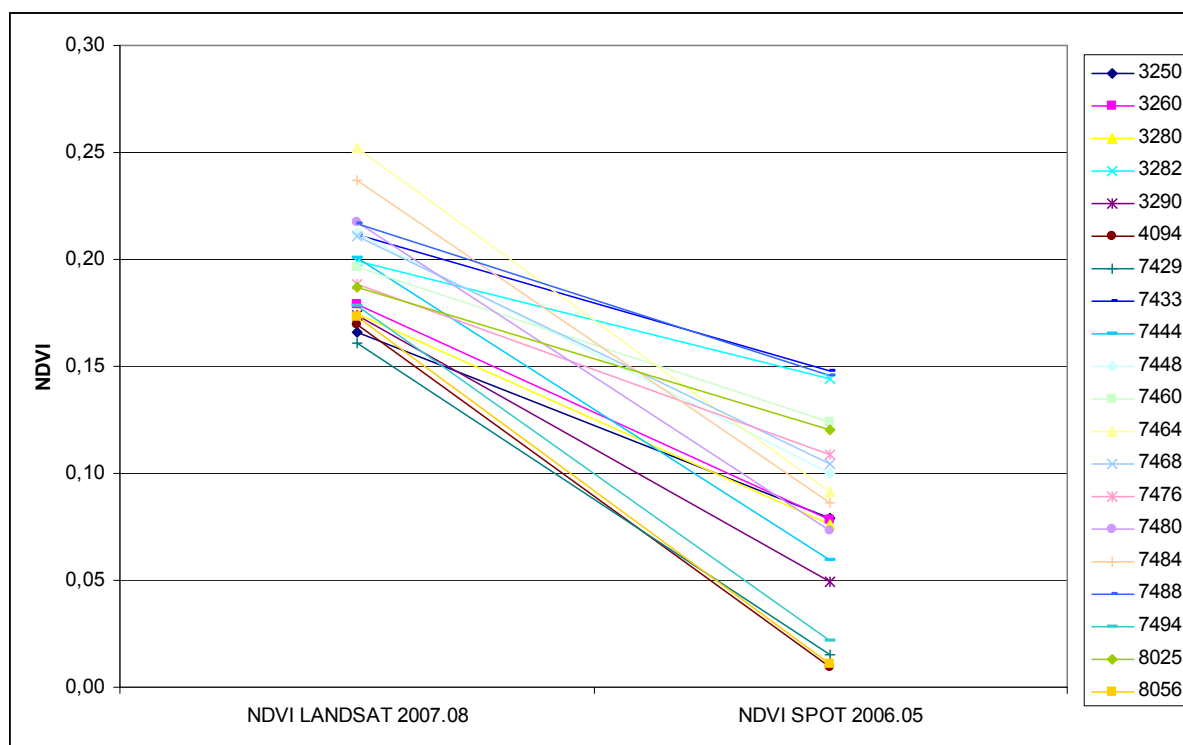
Teritoriālo vienību vidējās RVI vērtības

Teritorijas kods	Visi nogabali	Sanitārās cirtes	Indeksu starpība
3250	-0,35	-0,31	0,04
3260	-0,40	-0,05	0,35
3280	-0,35	-0,55	-0,20
3282	-0,46	-0,53	-0,07
3290	-0,27	-0,29	-0,02
4064	-0,40	-0,48	-0,07
4094	-0,28	-0,21	0,07
7429	-0,29	-0,38	-0,09
7433	-0,44	-0,55	-0,11
7444	-0,33	-0,30	0,03
7448	-0,40	-0,45	-0,04
7460	-0,42	-0,47	-0,05
7464	-0,41	-0,66	-0,25
7468	-0,43	-0,26	0,17
7476	-0,44	-0,32	0,12
7480	-0,40	-0,37	0,03
7484	-0,41	-0,51	-0,10
7494	-0,33	-0,28	0,05
8025	-0,32	-0,32	0,00
8056	-0,25	-0,16	0,09
8070	-0,37	-0,11	0,26
8080	-0,29	-0,17	0,13
Average	-0,37	-0,35	

Pēc iegūtajiem rezultātiem novērots, ka jebkādi bojājumi, kas ir bijuši par iemeslu sanitāro ciršu veikšanai, nav pietiekami, lai to īpatsvars noteiktu lielāku teritoriju veģetācijas indeksa RVI būtiskas izmaiņas.

5.3. Divu periodu NDVI salīdzinājums

Sākotnēji salīdzinot divu gadu satelītu attēlus mērķis bija atrast sakarību starp divu laiku veģetācijas indeksu izmaiņām, lai noteiktu teritorijas ar indeksu negatīvām vai salīdzinoši lēnākām izmaiņām. Tas norādītu uz traucējumiem biomasas fotosintēzes procesā, sekojoši uz iespējamiem meža teritorijas bojājumiem. Tomēr sākotnēji konstatējot vispārēju NDVI un RVI indeksu samazinājumu testa teritorijā (5.3.1. att.) jāsecina daudz lielāku veģetācijas sezonālo ietekmi uz indeksu rādītājiem, nekā šādā veidā noteikt iespējamus traucējumus meža veselībai.



5.3.1. att. Slimību NDVI indeksa izmaiņas dažādu periodu satelītu attēlos

Turklāt koku sugu vidējo NDVI vērtību svārstības, piemēram, LANDSAT attēlā (priede = 0,1699, egle=0,2130, bērzs=0,1770) ir mazākas (0,0431) nekā NDVI svārstības dažādos veģetācijas periodos (šajā piemērā vidēji 0,11).

Secinājumi

Veģetācijas indeksu vērtībām ir vidējā un cieša saistība ar meža krājas (biomasas) vērtībām.

Veģetāciju indeksu vērtības ievērojami mainās atkarībā no attēla uzņemšanas laika veģetācijas periodā.

Ar sagatavoto skaitu 2007. gada meža resursu monitoringa parauglaukumu informāciju nav novērota sakarība starp parauglaukuma meža bojājumu pakāpes un veģetācijas indeksu vērtību izmaiņām viena gada satelītu attēlā.

Veģetācijas indeksiem vāja vai vidēji cieša saistība ar VMD 1. līmeņa monitoringa defoliācijas informāciju, kas norāda uz indeksu maiņas ietekmi galvenokārt no veselības stāvokļa izmaiņām koka vainaga redzamajā daļā.

Nav novērota sakarība starp VMD sanitāro kailciršu un veģetācijas indeksu vērtību izmaiņām teritoriālā griezumā.

Veģetācijas indeksu izmaiņu noteikšanai nepieciešami plašāku teritoriju pētījumi ar lielāku, detalizētāku mežaudzes un bojājumu raksturojumu kontroles paraugkopu.

Nepieciešams pētīt meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz sezonālām veģetācijas indeksu izmaiņām Latvijas apstākļos.

Izmantotā literatūra

1. [Elektroniskais resurss] : [NDVI teorija]. – Pieejas veids: tīmeklis WWW. URL: http://chesapeake.towson.edu/data/all_ndvi.asp
2. [Elektroniskais resurss] : [Izmaiņas NDVI, EVI].- Pieejas veids: tīmeklis WWW.URL:http://earthobservatory.nasa.gov/Library/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.html
3. [Elektroniskais resurss] : [Land Surface Characteristics].- Pieejas veids: tīmeklis WWW. URL: <http://www.calmit.unl.edu/storm/newpage31.htm>
4. [Elektroniskais resurss] : [COMPONENT ANALYSIS FOR INTERPRETATION OF TIME SERIES NDVI IMAGERY], Miles Roberts, Pieejas veids: tīmeklis WWW.URL: <http://libraries.maine.edu/Spatial/gisweb/spatdb/acsm/ac94062.html>
5. The relationship between NDVI and precipitation on the Tibetan Plateau, Ding Mingjun 1 , Zhang Yili 1 , Liu Linshan 1, Zhang Wei 1, Wang Zhaofeng 1 and Bai Wanqi 1, Journal of Geographical Sciences, 2007
6. Temporal responses of NDVI to precipitation and temperature in the central Great Plains, WANG J., RICH P.M., PRICE K.P., International Journal of Remote Sensing, 2003
7. Remote Sensing for GIS Managers, Stan Aronoff, 2005
8. Attālās zondēšanas metožu, multispektrālo un termālo aerofoto un satelītuzņēmumu praktiskās pielietošanas iespēju izpēte meža resursu uzskaitē un apsaimniekošanā, LLU Meža fakultāte, 2008