

BIOGĒNO ELEMENTU APRITE NOSUSINĀTAJOS MEŽOS

*Aigars Indriksons, Mag. silv.
LVMI Silava pētnieks*



Tēmas aktualitāte:

Viens no mūsdienu mežsaimniecības galvenajiem kritērijiem ir nepārtraukta un paplašināta meža resursu atražošana, kas Latvijas apstākļos vispirms saistās ar pārmitro mežu hidrotehnisko meliorāciju.

Latvijā ir 1.5 miljoni hektāru pārmitru un pārpurvotu mežu, no kuriem pašlaik meliorēti apmēram 700 tūkstoši hektāru.

Meža nosusināšanas nozīme meža ražības uzlabošanā jau pirms vairākiem gadu desmitiem pilnīgi pierādīta. Pēdējās desmitgadēs vairākos pasaules reģionos dažādu iemeslu dēļ pasliktinoties mežu vitalitātes stāvoklim, arvien lielāka vērība tiek pievērsta augu barības vielu daudzumam un bilancei meža ekosistēmā.

Visbiežākie jautājumi saistībā augu barības vielu režīmu meliorētajos mežos



Kāda ir kūdras slāņa biezuma samazināšanās laika posmā pēc meliorācijas?

Vai augsnē uzkrātajām organisko vielu rezervēm izsīkstot, nosusināto mežu ražība no jauna nesamazinās?

Somijā aprēķināts, ka kālija resursi nosusinātajās augsnēs varētu izsīkt jau otrā mežsaimnieciskā cikla laikā pēc meliorācijas. Kaut arī kālija daudzumam augsnē nav korelācijas ar mežaudzes ražību (Kaunisto, Paavilainen, 1988), tomēr tā trūkums var radīt bojājumus koku galotnes meristēmā, vai pat izraisīt koku bojāeju.

Vai Latvijas apstākļos nav pārsusināti meži ar hidromorfajām minerālaugsnēm jeb āreņi?

Vai pārmitra meža nosusināšana negatīvi neietekmēs tuvumā esošā sausieņu meža augšanas apstākļus?

Darba uzdevumi:

- 1. Novērtēt biogēno elementu daudzuma izmaiņas augsnes gruntsūdenī laika posmā pēc meliorācijas.**
- 2. Raksturot biogēno elementu daudzumu atmosfēras nokrišņos mežaudzēs un klajumā.**
- 3. Raksturot biogēno elementu pieplūdi ar pazemes spiedes ūdeņiem kūdreņu meža tipos.**
- 4. Novērtēt biogēno elementu daudzumu ūdenī un to iznesi nosusināto mežu promtekās.**
- 5. Izstrādāt modeļus biogēno elementu aprites raksturošanai nosusinātajos mežos.**

Promocijas darba ietvaros noteikti svarīgākie biogēnie jeb augu barības elementi – N, P, K, Ca, Mg, kā arī aktīvā reakcija pH.

Nosauktie elementi noteikti N-NH_4^+ , N-NO_3^- , P-PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} un Mg^{2+} jonu veidā.

**Vielu jeb biogēno elementu aprites
pētījumos meža ekosistēmās pieņemts
lietot sekojošas metodes:**

- 1. Ūdens sateces baseinu metode**, nosakot vielu ieneses ekosistēmā ar atmosfēras nokrišņiem un izneses ar virszemes noteci (piemērota metode pārmitrajiem un nosusinātajiem mežiem);
- 2. Punktveida jeb lizimetru metode**, kur vielu iznese no ekosistēmas tiek noteikta mērot infiltrācijas ūdeņu plūsmu augsnē (piemērota metode sausieņu mežiem).

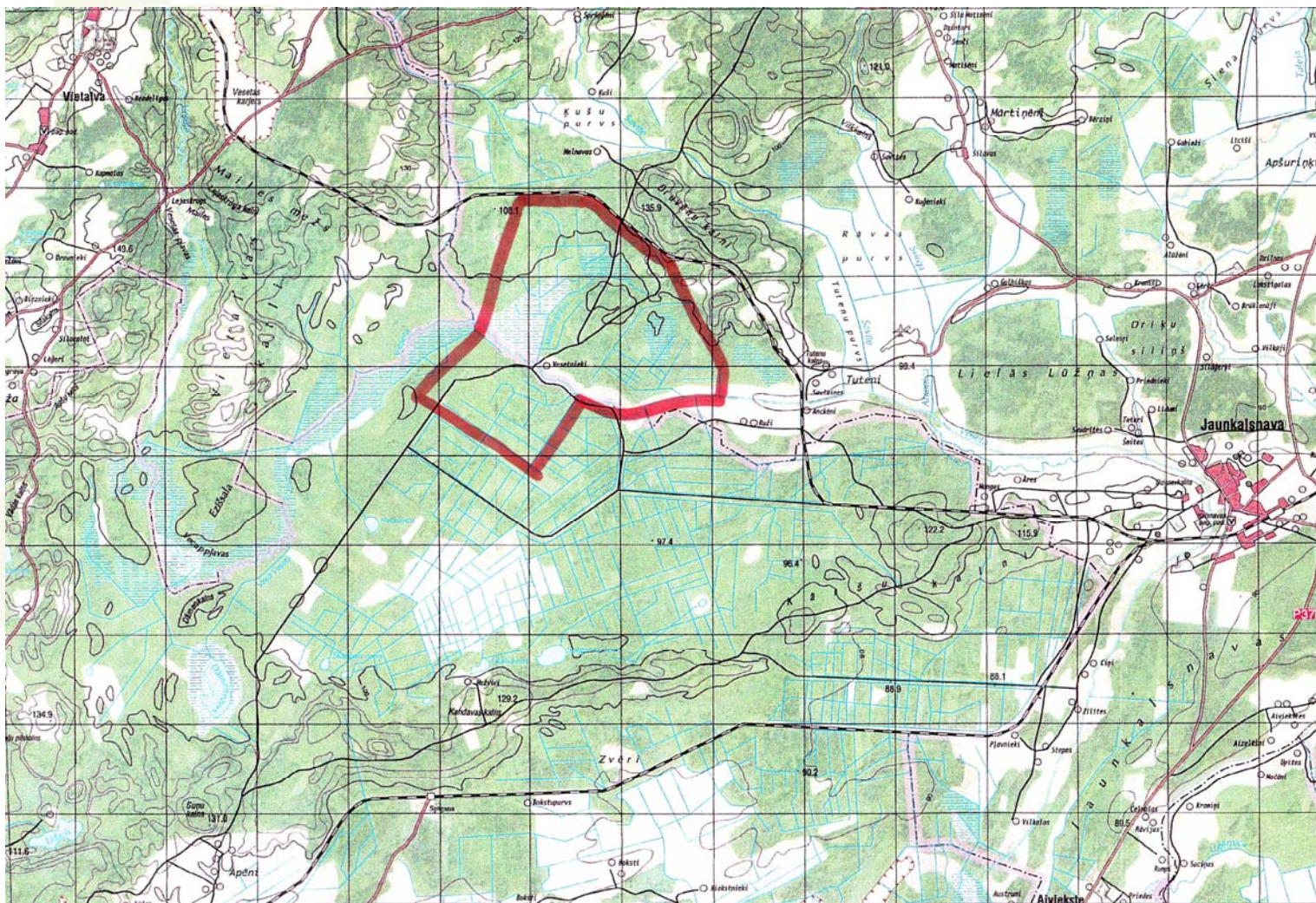
Objekti un metodika



Secinājumi par kāda mežsaimnieciskā pasākuma augsni noplicinošo vai nenoplicinošo raksturu parasti nav izdarāmi dažu gadu vai desmitgažu laikā. Tam nepieciešami ilglaicīgi nepārtraukti novērojami, kas veicami īpaši ierīkotās teritorijās. Šādiem nolūkiem Zinātniskās izpētes mežu Kalsnavas meža novada teritorijā 1963. gadā ierīkots **Vesetnieku ekoloģiskais stacionārs**.



Vesetnieku ekoloģiskais stacionārs atrodas uz Madonas un Aizkraukles rajonu robežas Vesetas upes krastos un ietilpst Valsts meža dienesta pārziņā esošās struktūras – Zinātniskās izpētes mežu Kalsnavas meža novada teritorijā. Stacionāra kopējā platība – 386.3 ha.

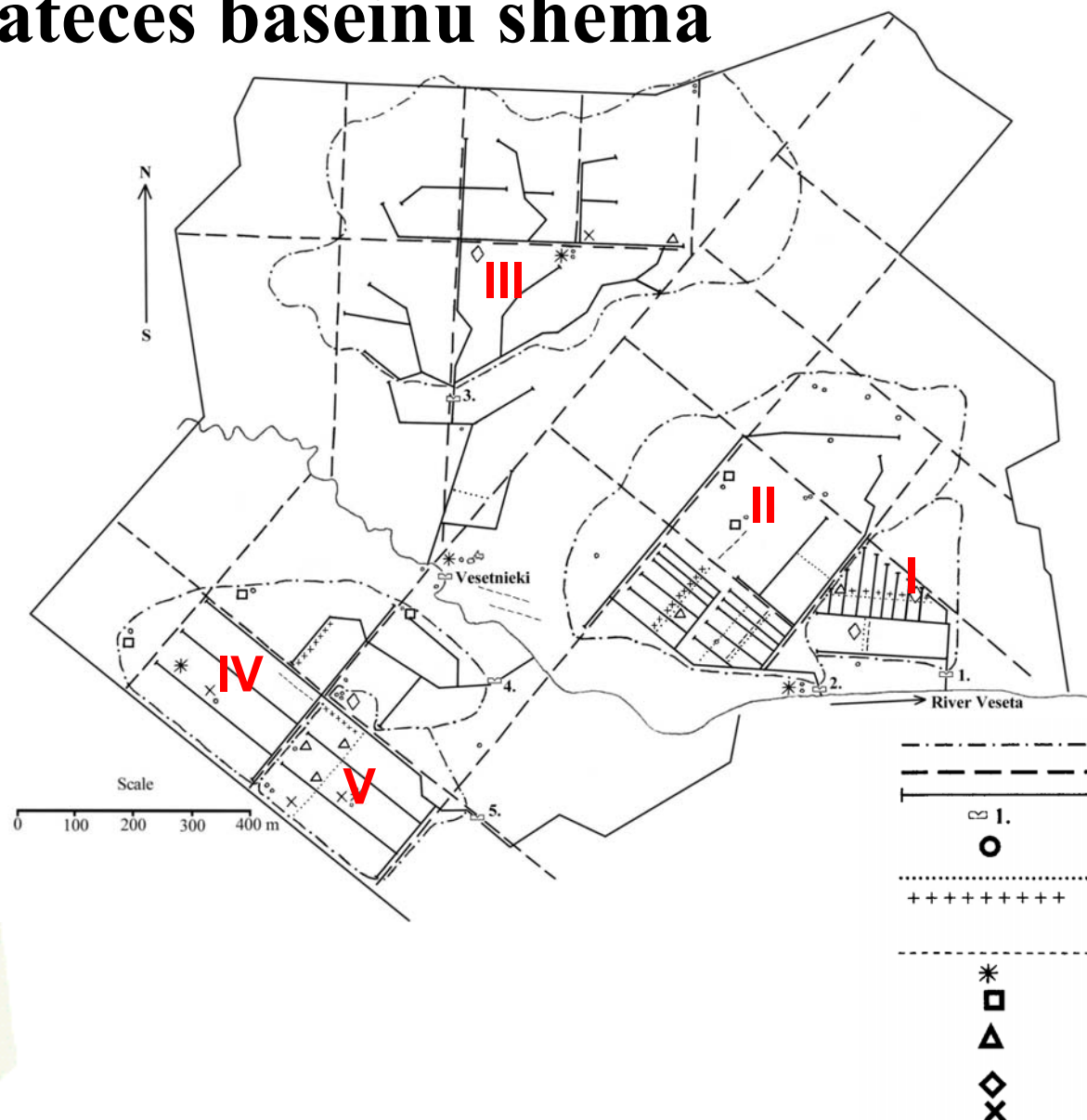


Promocijas darba empīriskā materiāla ievākšana Vesetnieku ekoloģiskajā stacionārā noritējusi laikā no 1997 līdz 2001. gadām.

Dati papildināti ar ES 5. Ietvara programmas projekta WOOD-EN-MAN (Wood for energy – a contribution to the development of sustainable forest management) ietvaros laikā no 2002. līdz 2005. gadam Vesetnieku stacionārā ievāktajiem datiem par pelnu mēslojuma ietekme uz zemsedzi, augsnes barības vielu sastāvu, gruntsūdens kvalitāti.

Salīdzināšanai ar promocijas darba ietvaros iegūtajiem rezultātiem izmantoti arī darba autora bakalaura un maģistra darbu ietvaros veikto pētījumu rezultāti baltalkšņu audzēs Viesītes un Sunītes upju krastos.

Vesetnieku ekoloģiskā stacionāra ūdens sateces baseinu shēma



Ūdens sateces baseinu
platības:

I – 33.0 ha;

II – 113.7 ha;

III – 139.1 ha

IV – 67.3 ha;

V – 33.2 ha.

- ūdensšķirtne;
- meža kvartālštiga;
- nosusināšanas grāvis;
- ūdens noteces mērīšanas pārgāze un sateces baseina numurs;
- gruntsūdens aka (dziļums > 5.0 m);
- gruntsūdens aku rinda (dziļums 1.5 – 2.0 m);
- nokrišņu uztvērēju rinda (jaunaudzes un audzes ar izteiktu nosusināšanas efektu);
- nokrišņu uztvērēju rinda (audzes sausieņu mežos un pieaugušas audzes);
- nokrišņu uztvērējs klajumā;
- nokrišņu uztvērējs priežu audzē;
- nokrišņu uztvērējs egļu audzē;
- nokrišņu uztvērējs bērzu audzē;
- nokrišņu uztvērējs skuju koku jaunaudzē.

Promocijas darba ietvaros veiktie mērījumi Vesetnieku ekoloģiskajā stacionārā



Divreiz mēnesī ņemti sekojoši ūdens paraugi:

- 1) Grāvju noteces ūdens no visiem 5 stacionāra ūdens sateces baseiniem pie noteces mērīšanas pārgāzēm;
- 2) Nokrišņu ūdens klajumā 5 atšķirīgās stacionāra vietās: vienā vietā stacionāra centrā un četrās vietās – pa stacionāra teritorijas perimetru aptuveni 1.5 km attālumā no centra;
- 3) Nokrišņu ūdens zem koku vainagu klāja 20 nokrišņu uztvērējos, kas izvietoti priežu, egļu un bērzu kokaudzēs, kā arī skuju koku jaunaudzē, ikviena veida audzē pa 5 uztvērēji.



**4) Gruntsūdens – 18 augsnes
gruntsūdens novērošanas akās;**

**5) Pazemes spiedes ūdens -3
dziļurbumos (līdz 30 m);**

6) Vesetas upes ūdens;

**6) Ziemā – sniega ūdens pie katra
nokrišņu uzvērēja mežā un
klajumā.**

**Nokrišņu ūdens uztverts līdz ar
zemes virsmu izvietotās piltuvēs un
uzkrāts 2 l plastmasas pudelēs, kas
ieraktas zemē.**

**Promocijas darba ietvaros pavisam
ievākti 2 518 ūdens paraugi un
izdarītas 17 600 ūdens ķīmiskās
analīzes.**



Kīmisko analīžu metodes

Kīmiskās analīzes izdarītas LVMI "Silava" Meža vides laboratorijā

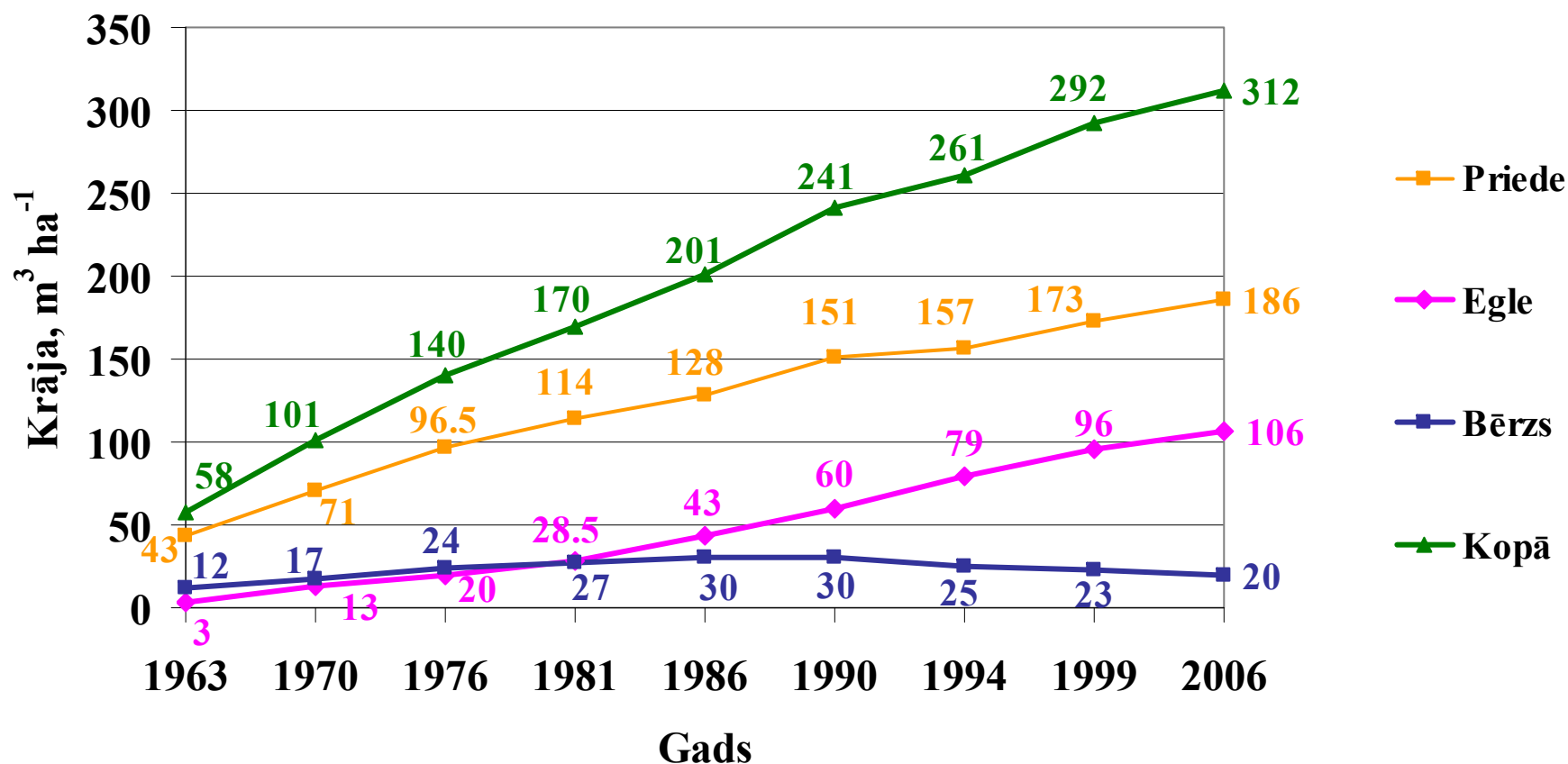


Parametrs	Novērojumu biežums gadā	Analīzes metode	Analīzes princips
N-NH_4^+	24	LVS ISO 5664:2000	Spektrofotometrija ar Neslera reaģentu
N-NO_3^-	24	LVS ISO 7890-1:1986	Spektrofotometrija ar 2.6 dimetilfenolu
P-PO_4^{3-}	24	LVS ISO 6878:1998	Spektrofotometrija ar amonija molibdātu
K^+	24	LVS ISO 9964-2:1993	Liesmas fotometrija
$\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$	24	LVS ISO 6059:1984	Trilonometrija, titrējot ar EDTA
pH	24	LVS ISO 10523-1:1994	Elektrometrija

Rezultāti



Kopumā vidēji 30 kokaudžu parauglaukumos 2006. gadā, 46 gadus pēc nosusināšanas, audzes sastāvs ir 6P3E1B, tekošā bonitāte - II, krāja - $312 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Laika posmā pēc meliorācijas pieaugusi priedes un egles krāja, bet vērojama bērza krājas samazināšanās. Audzes sastāvā pakāpeniski pieaudzis egles krājas īpatsvars, bet samazinājies bērza un priedes īpatsvars.



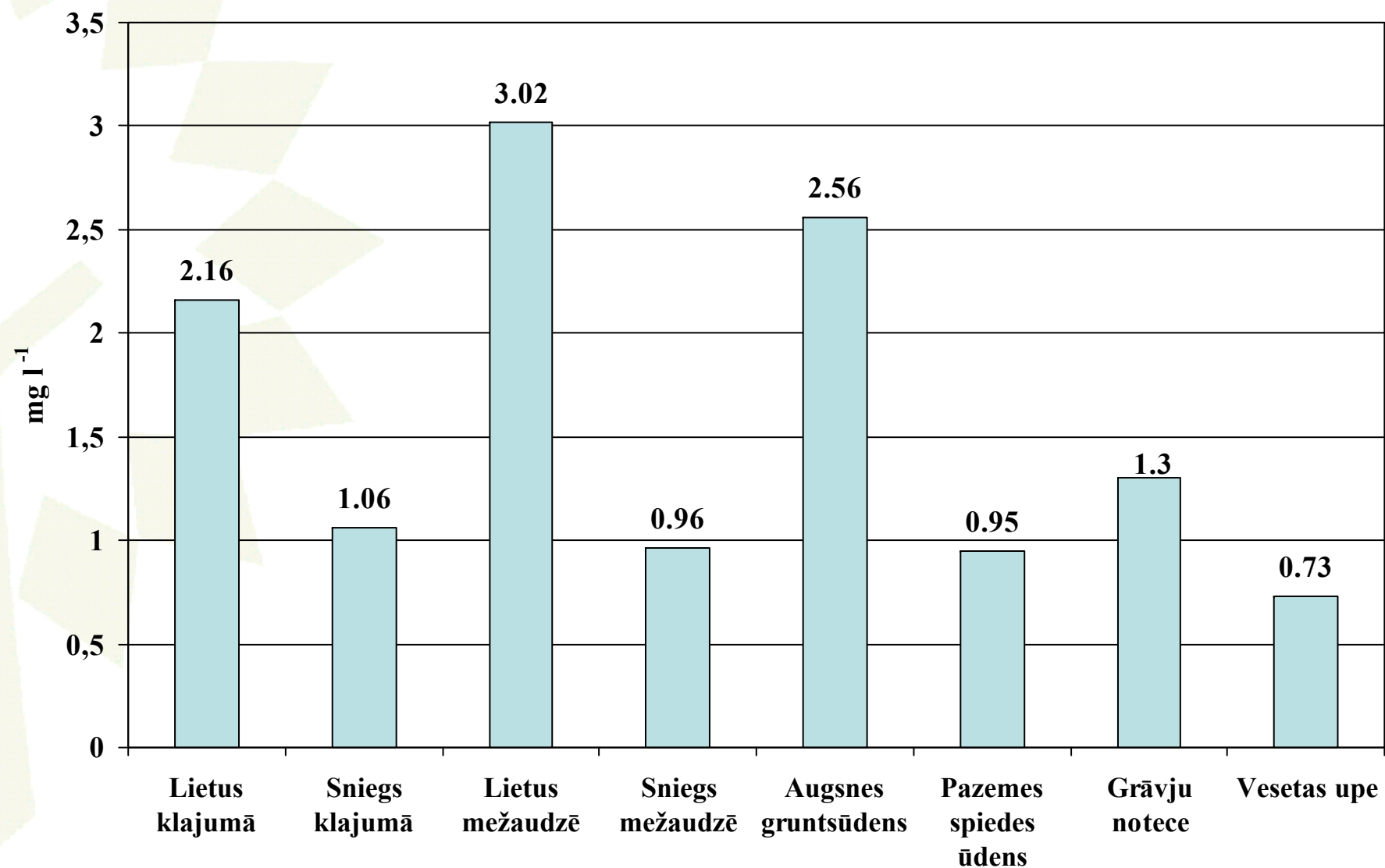
Mežaudzes un augsnes stāvoklis 40 gadus pēc nosusināšanas



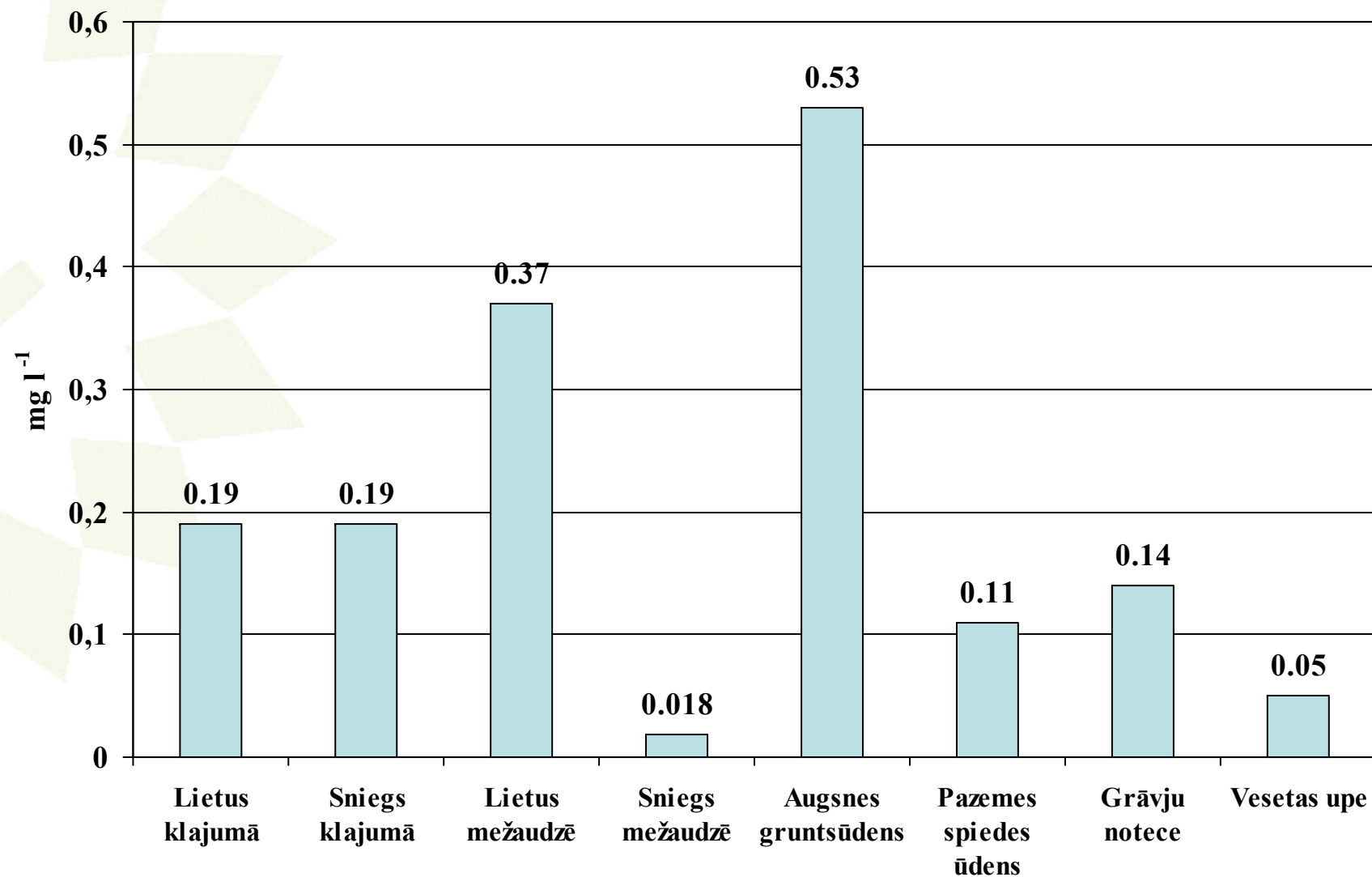
**Koki un augsne
nenosusinātā platībā –
pārejas purvā**



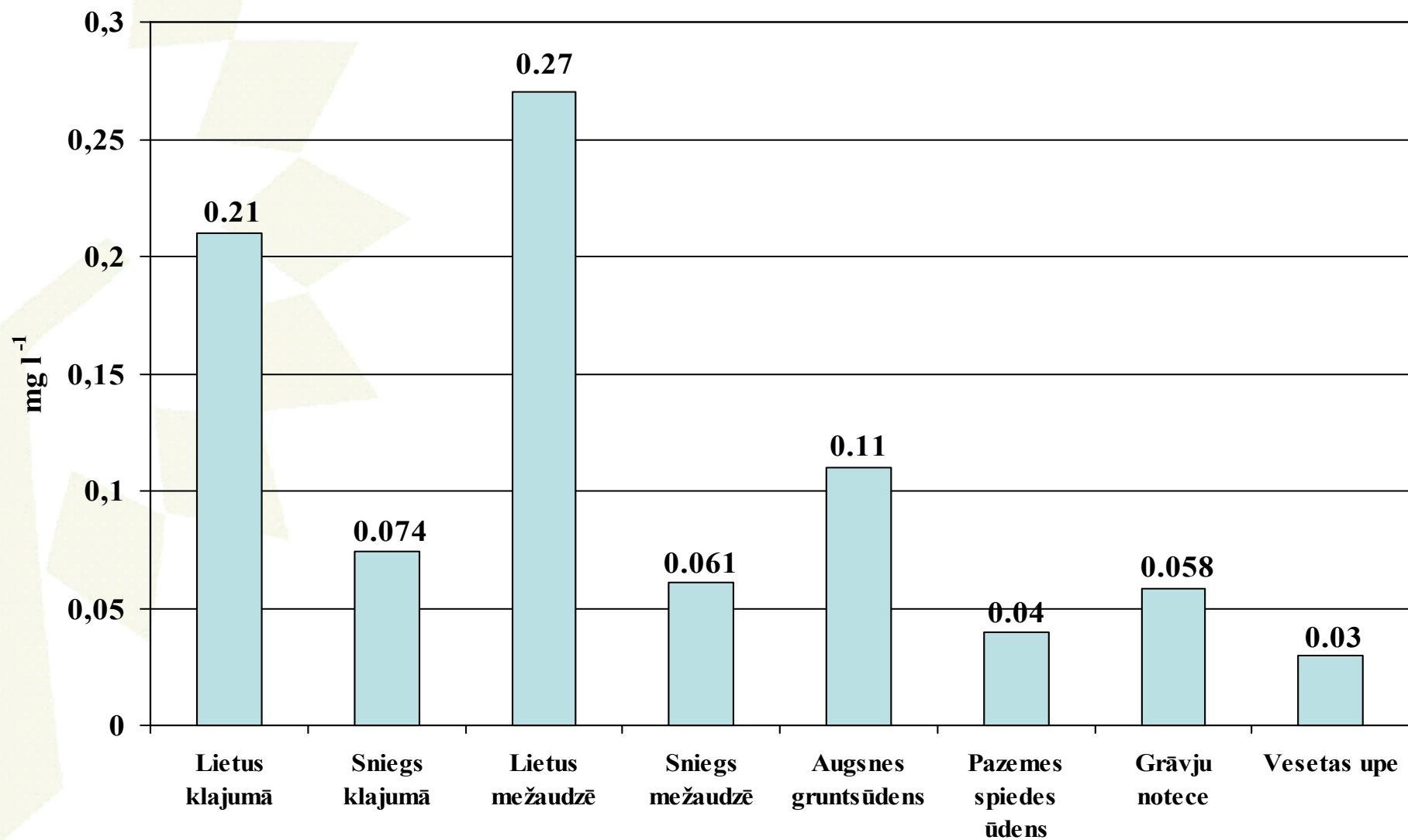
N-NH_4^+ daudzums ūdenī



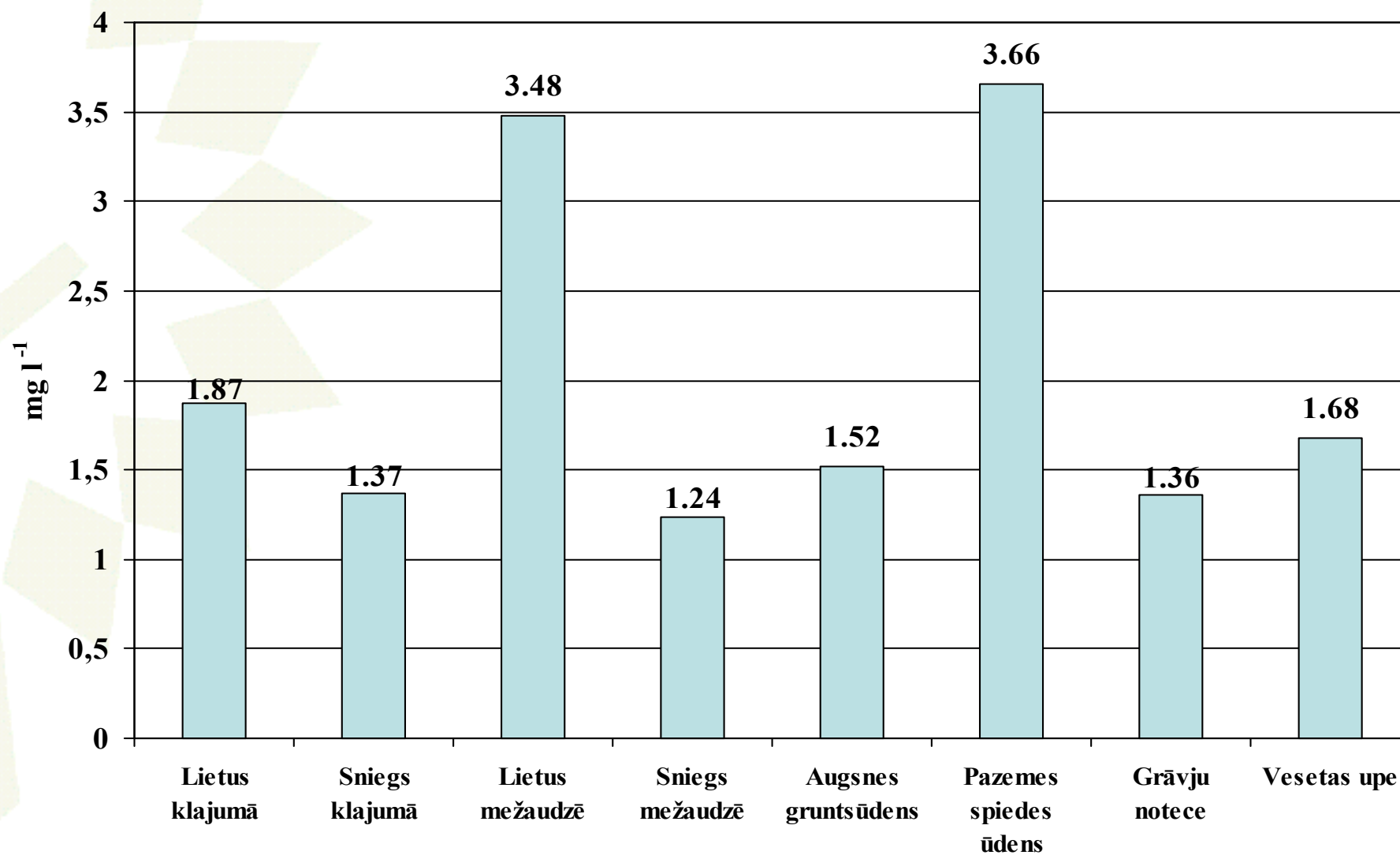
N-NO₃⁻ daudzums ūdenī



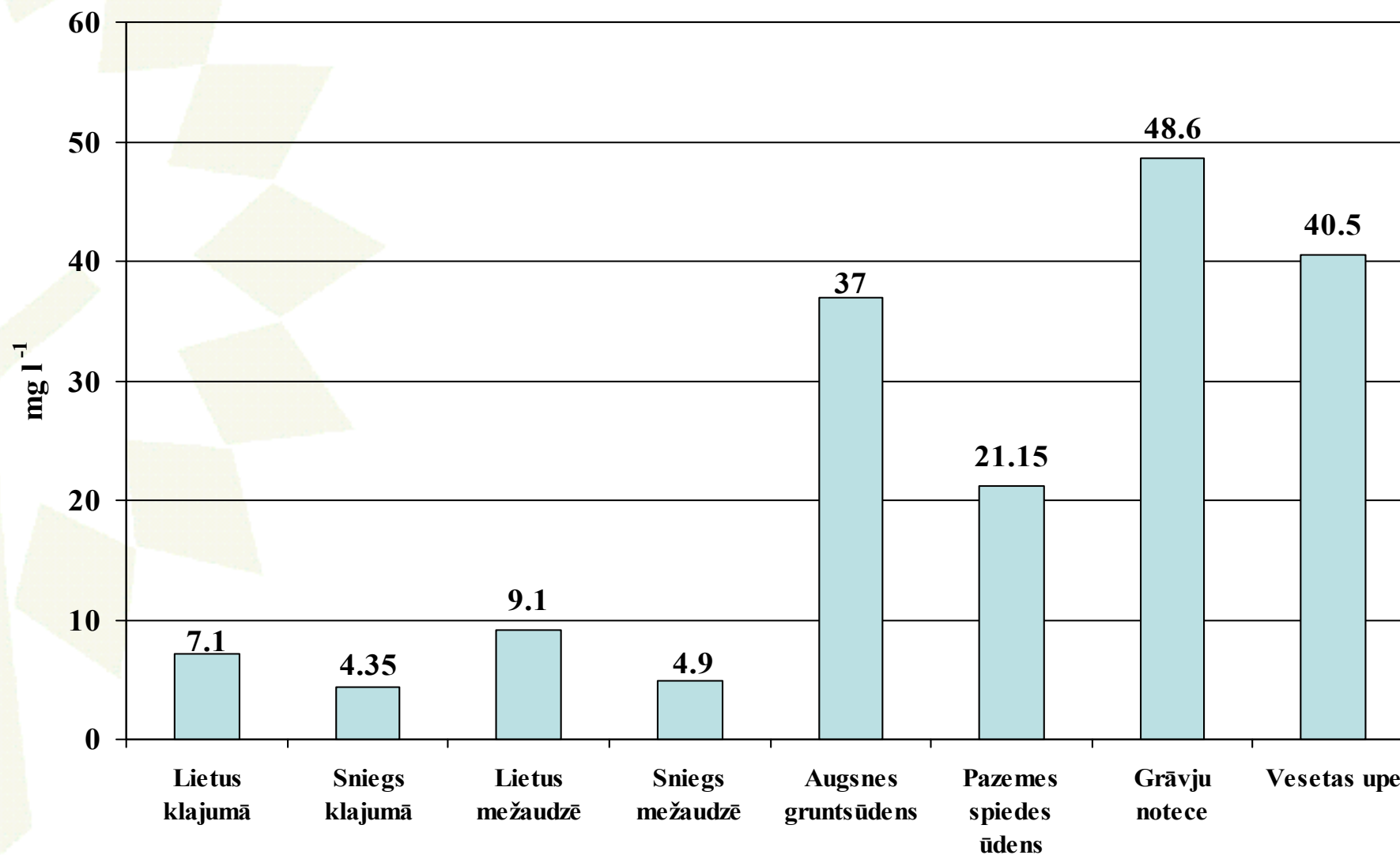
P-PO_4^{3-} daudzums ūdenī



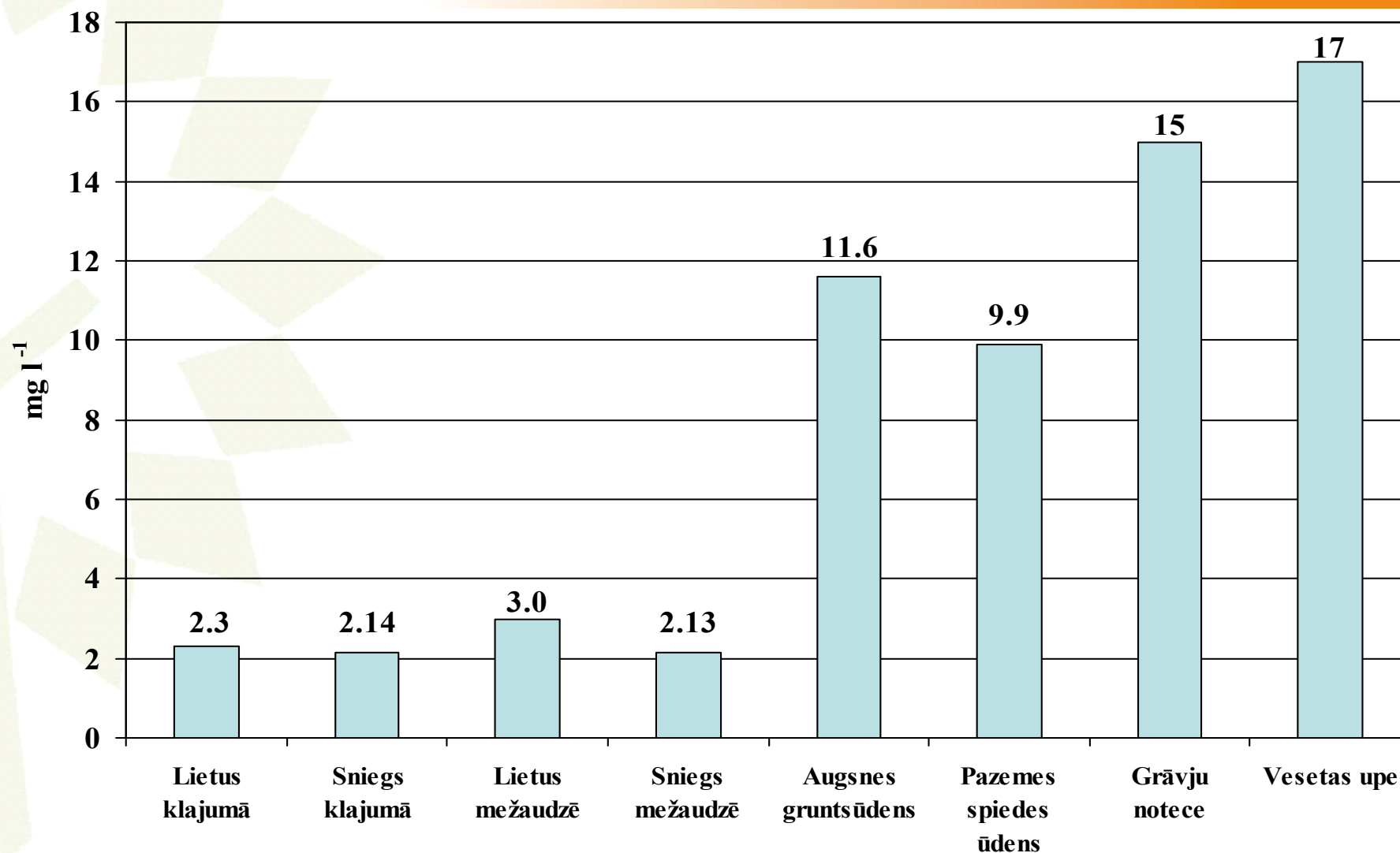
K⁺ daudzums ūdenī



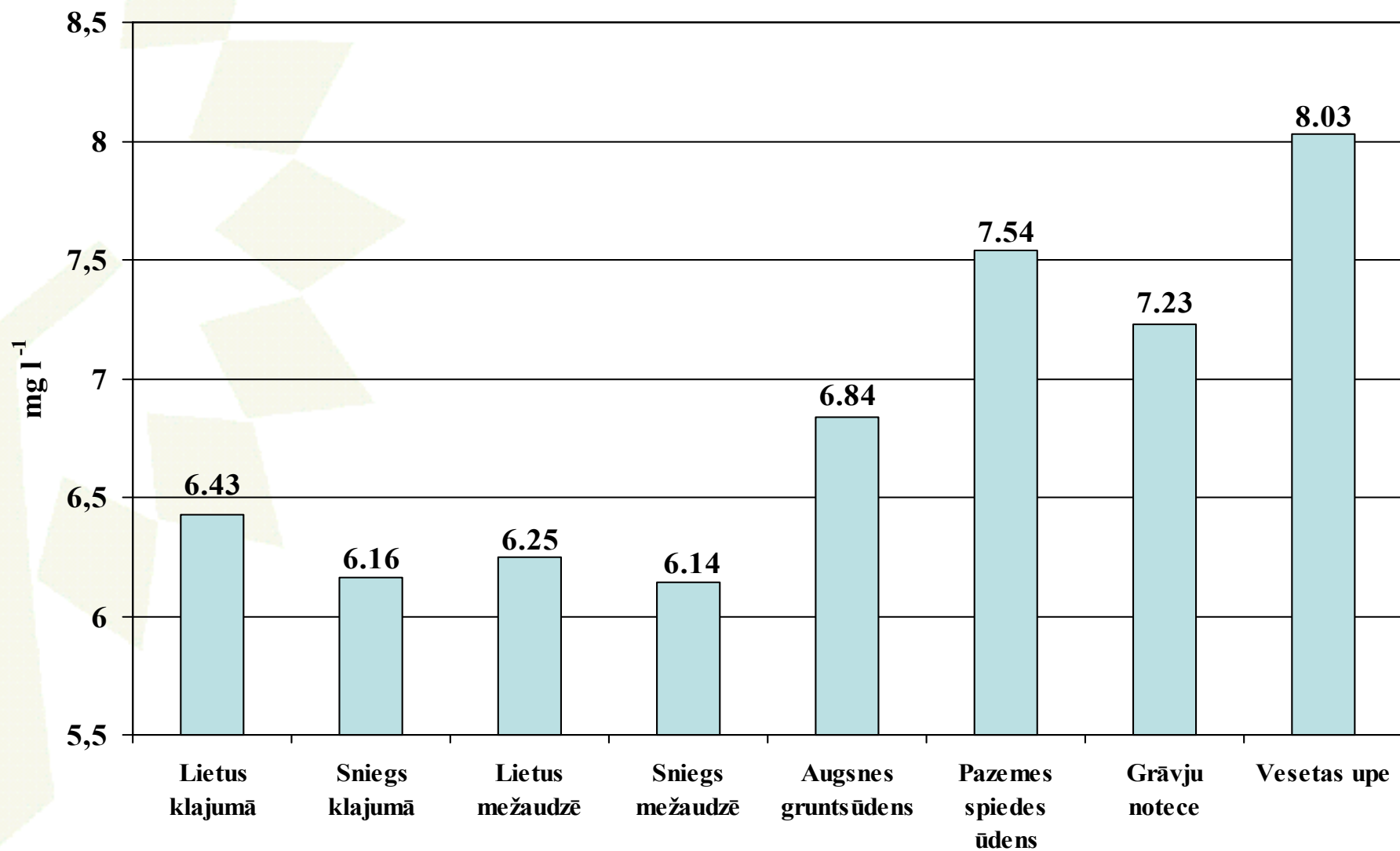
Ca²⁺ daudzums ūdenī



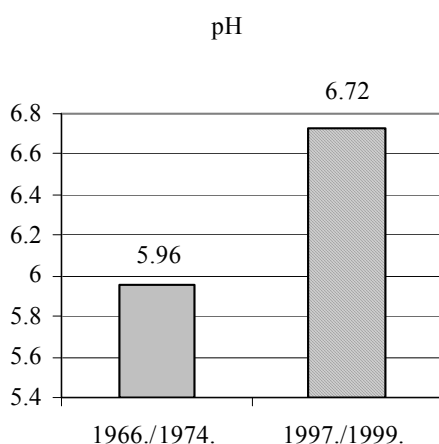
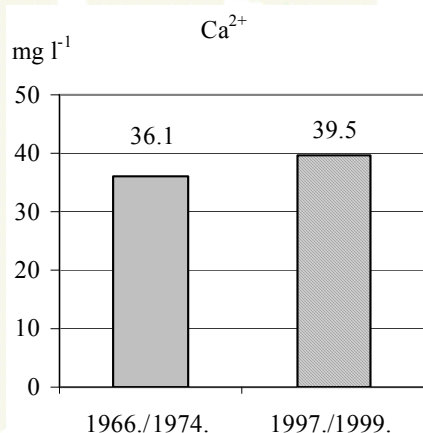
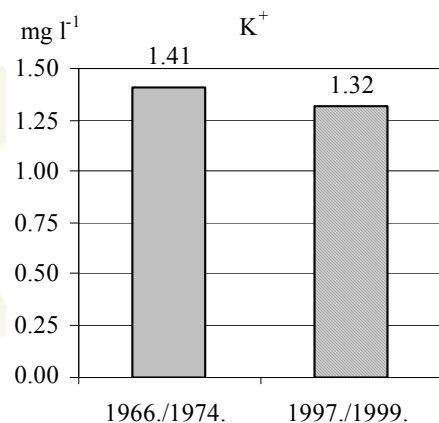
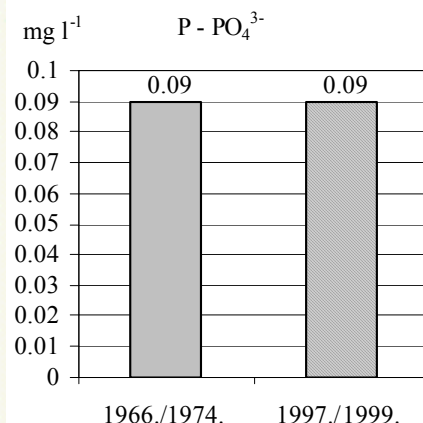
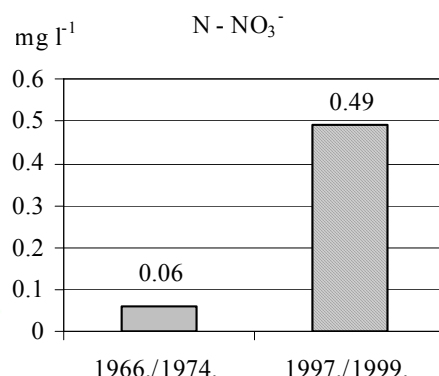
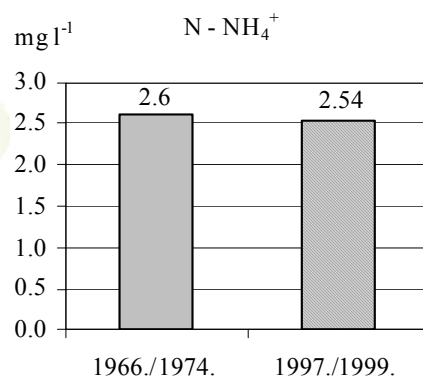
Mg²⁺ daudzums ūdenī



pH ūdenī



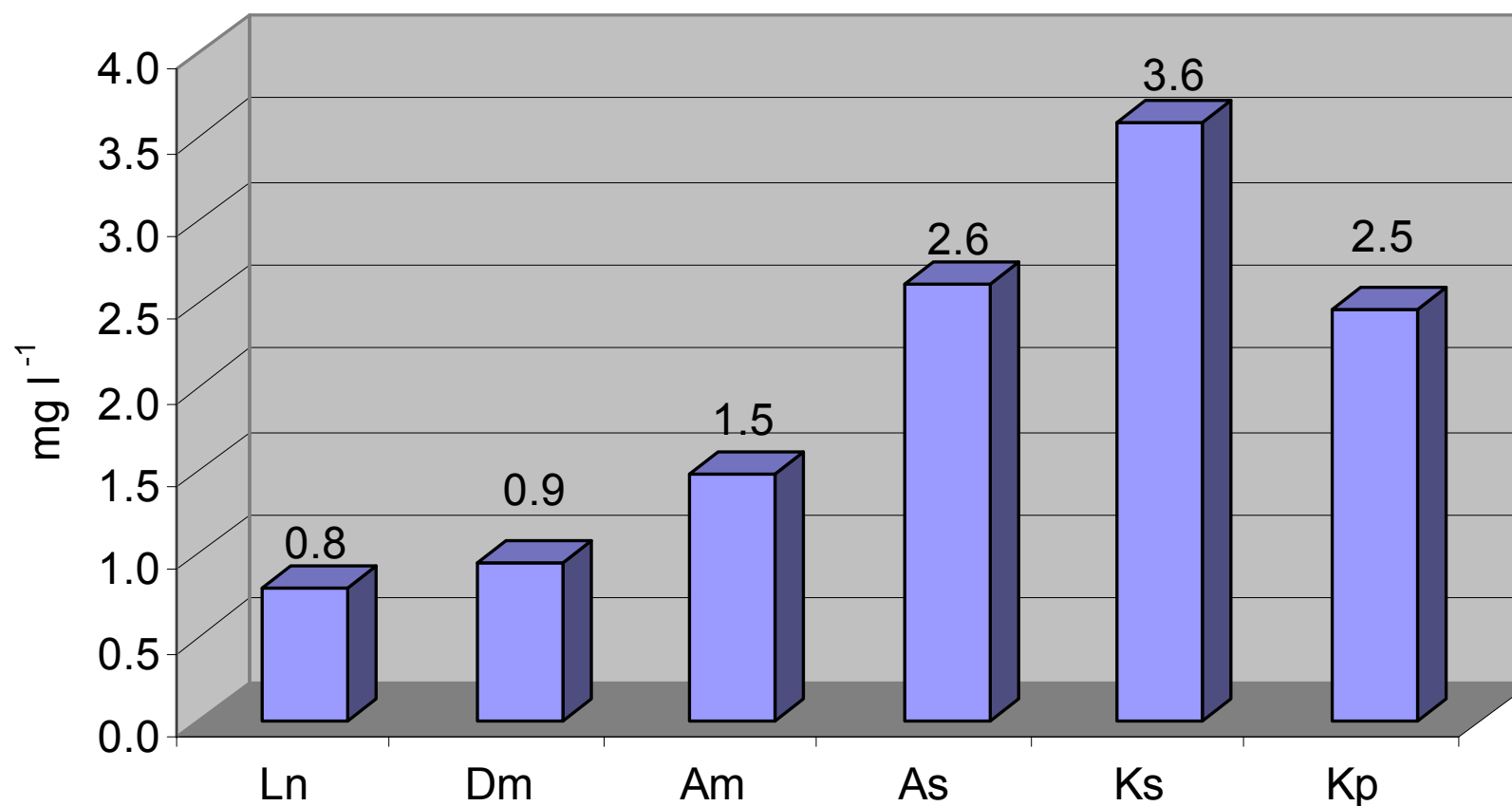
Biogēno elementu daudzuma izmaiņas gruntsūdenī laikā pēc meliorācijas



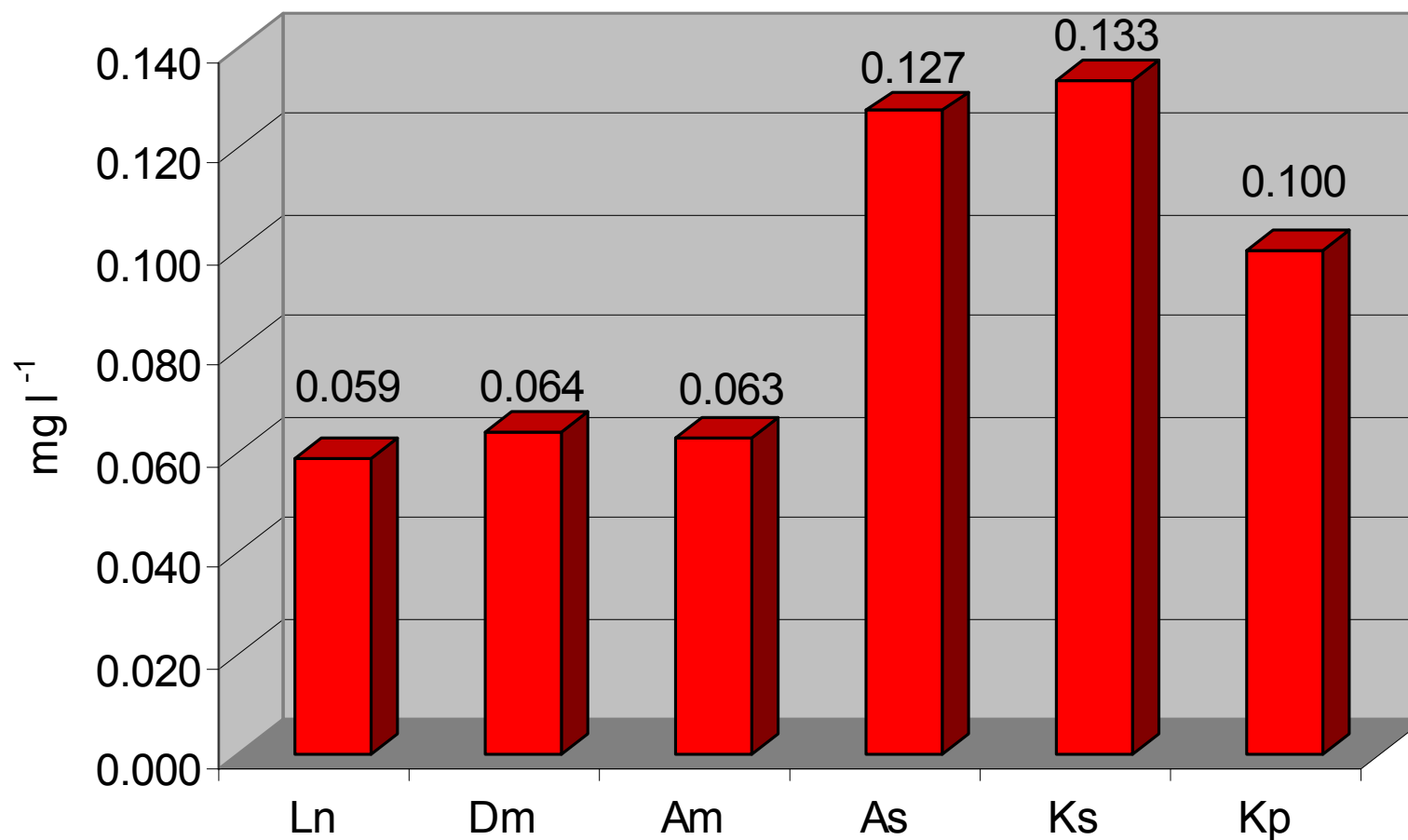
Iegūtās biogēno elementu koncentrācijas salīdzinātas ar pētnieces I. Spalviņas 1966.-1974. gadu periodā turpat Vesetnieku stacionārā iegūtajiem datiem.

Konstatēts, ka 40 gadus pēc meliorācijas, neraugoties uz šajos gados notikušajām izmaiņām mežaudžu struktūrā, nav būtisku izmaiņu N-NH₄⁺, P-PO₄³⁻, K⁺, Ca²⁺ un Mg²⁺ daudzumā augsnes gruntsūdeņos ūdens sateces baseinos uz nosusinātajām kūdras augsnēm.

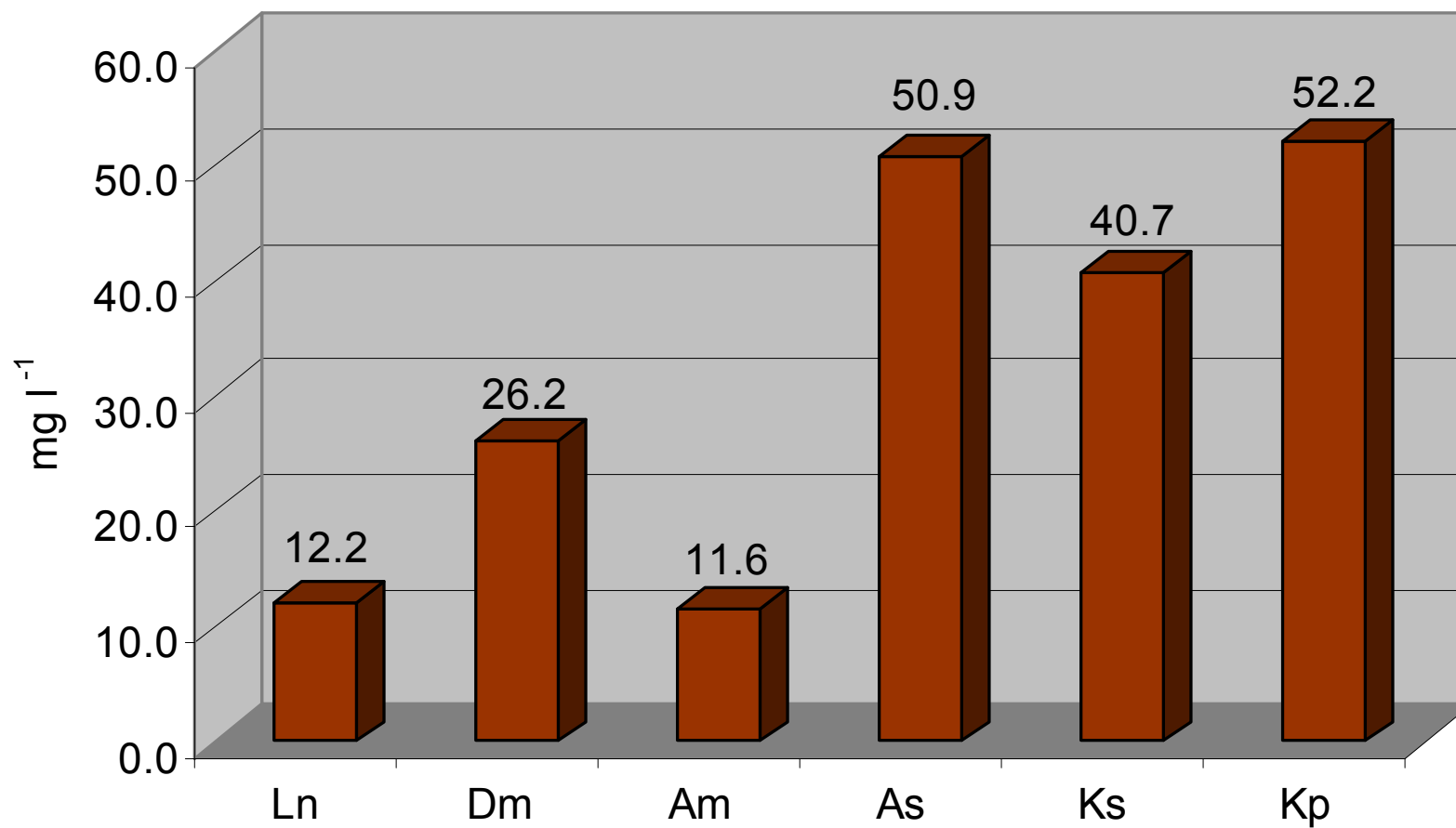
N-NH_4^+ daudzums augsnes gruntsūdenī dažādos meža tipos Vesetnieku ekoloģiskajā stacionārā



P-PO₄³⁻ daudzums augsnes gruntsūdenī dažādos meža tipos Vesetnieku ekoloģiskajā stacionārā



Ca²⁺ daudzums augsnes gruntsūdenī dažādos meža tipos Vesetnieku ekoloģiskajā stacionārā

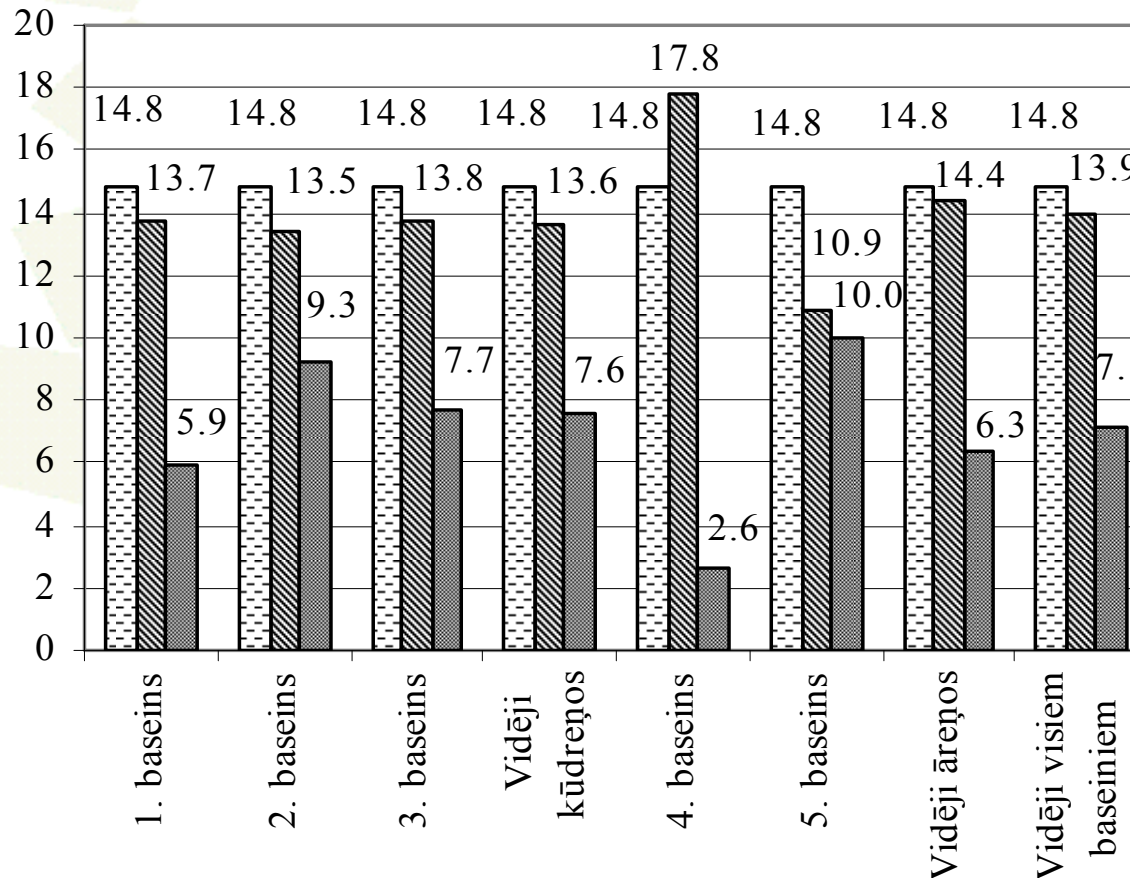


Biogēno elementu bilances



N-NH_4^+ gada bilance nosusinātos mežos

kg ha^{-1} gadā



▨ Ienese atklātā laukā

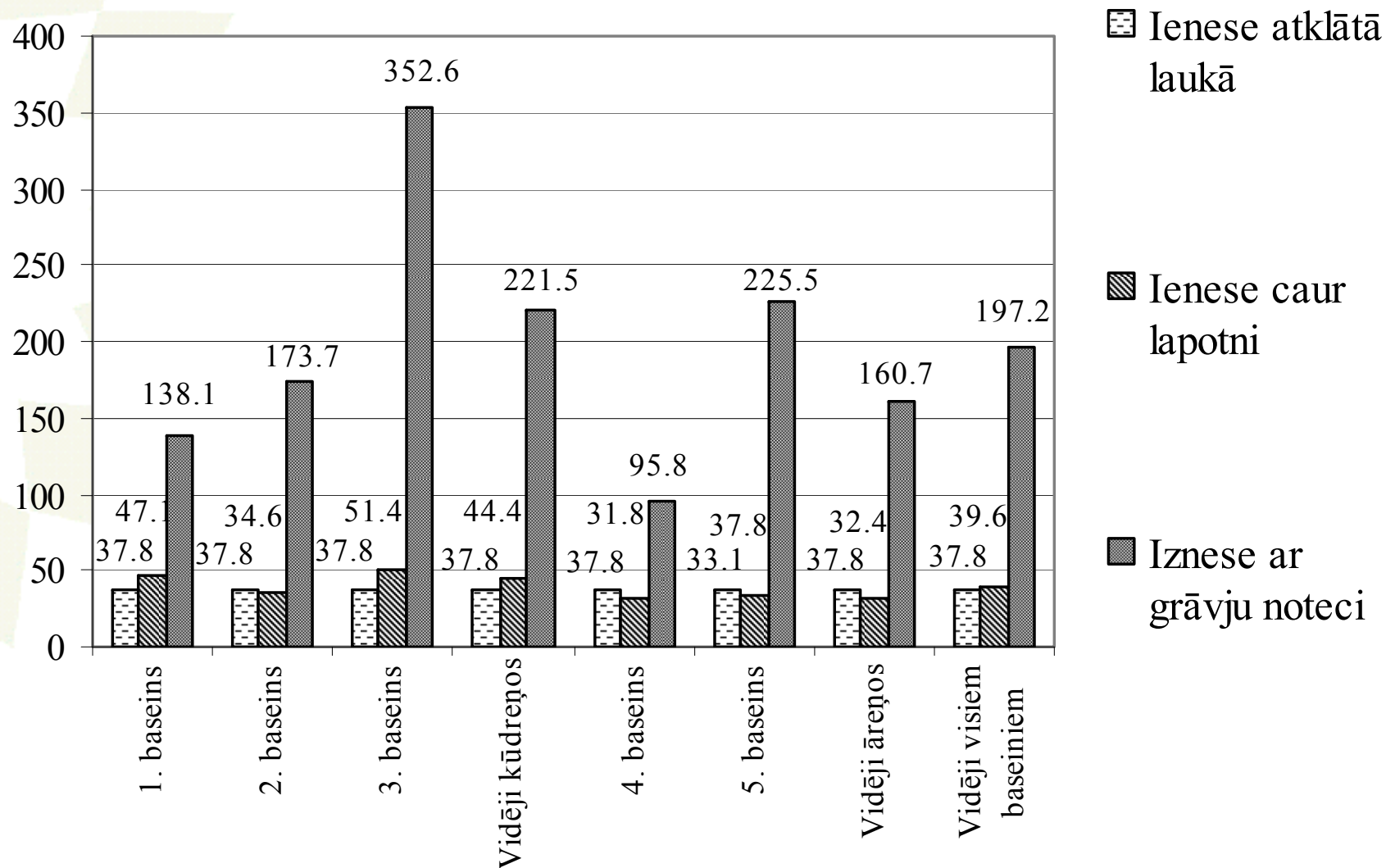
▨ Ienese caur lapotni

■ Iznese ar grāvju noteci

Ca²⁺ balance gada bilance nosusinātos mežos



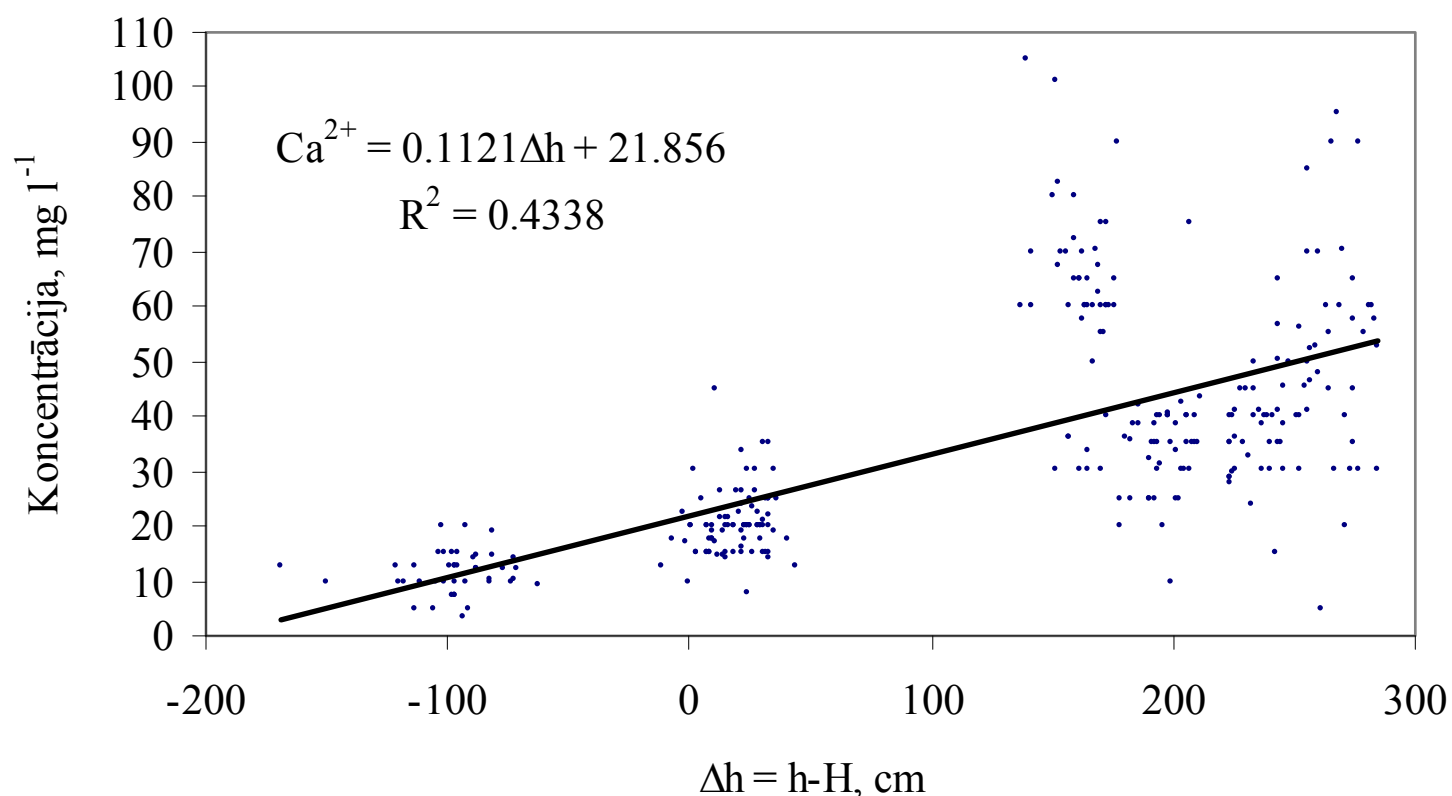
kg ha⁻¹ gadā



Kalcija (Ca^{2+}) jonu koncentrācija augsnes gruntsūdenī kā $\Delta h = h - H$ funkcija mežos ar dziļu kūdras slāni.

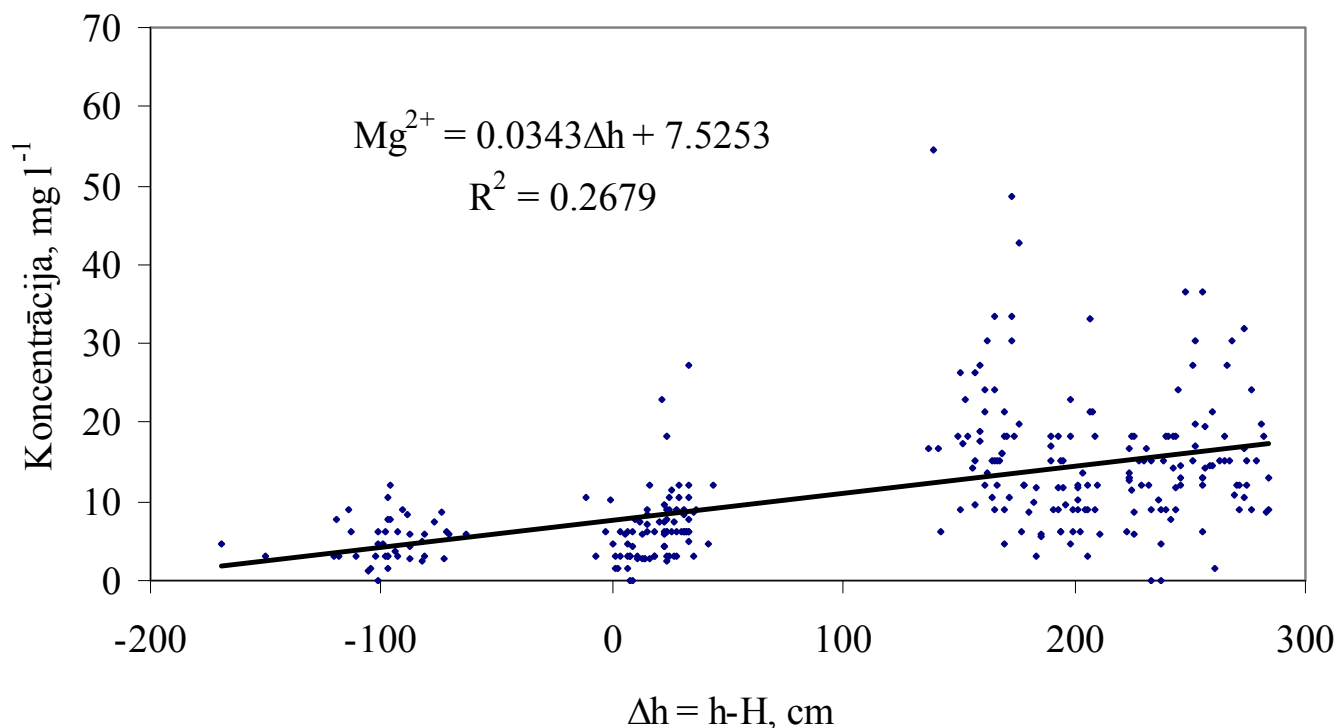


Starp Ca^{2+} un Mg^{2+} jonu koncentrācijas un Δh 48 mērījumiem vienā izvēlētā vietā iezīmējas niecīga korelācija ($r = 0.1 \dots 0.25$ pie $r_{0.05} = 0.31$). Tas norāda, ja jonu koncentrācijas izmaiņas vienā vietā vērtējamās kā nejaušas fiksēto vērtību robežās.



Jonu koncentrācijas teritoriālās atšķirības ir daudz lielākas, un jonu koncentrācijas rādītāji signifikanti korelē ar Δh ($r = 0.52 \dots 0.66$ pie $r_{0.05} = 0.11$).

Magnija (Mg^{2+}) jonu koncentrācija augsnes gruntsūdenī kā $\Delta h = h - H$ funkcija mežos ar dziļu kūdras slāni.

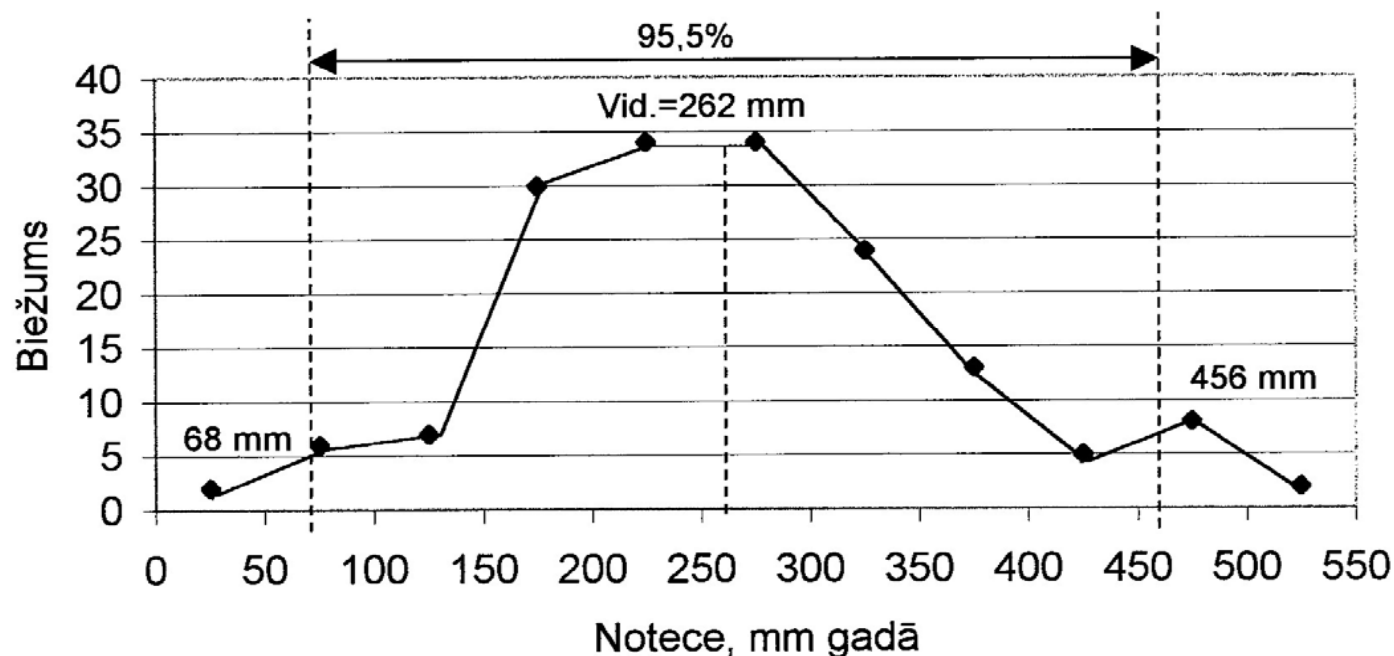


Biogēno elementu papildus pieplūde ar pazemes spiedes ūdeņiem atspoguļojas meža ražībā: pastiprināta spiediena zonā augošo priežu augstuma pieaugums atbilst pirmajai bonitātei; neliela spiediena zonā – otrajai bonitātei.

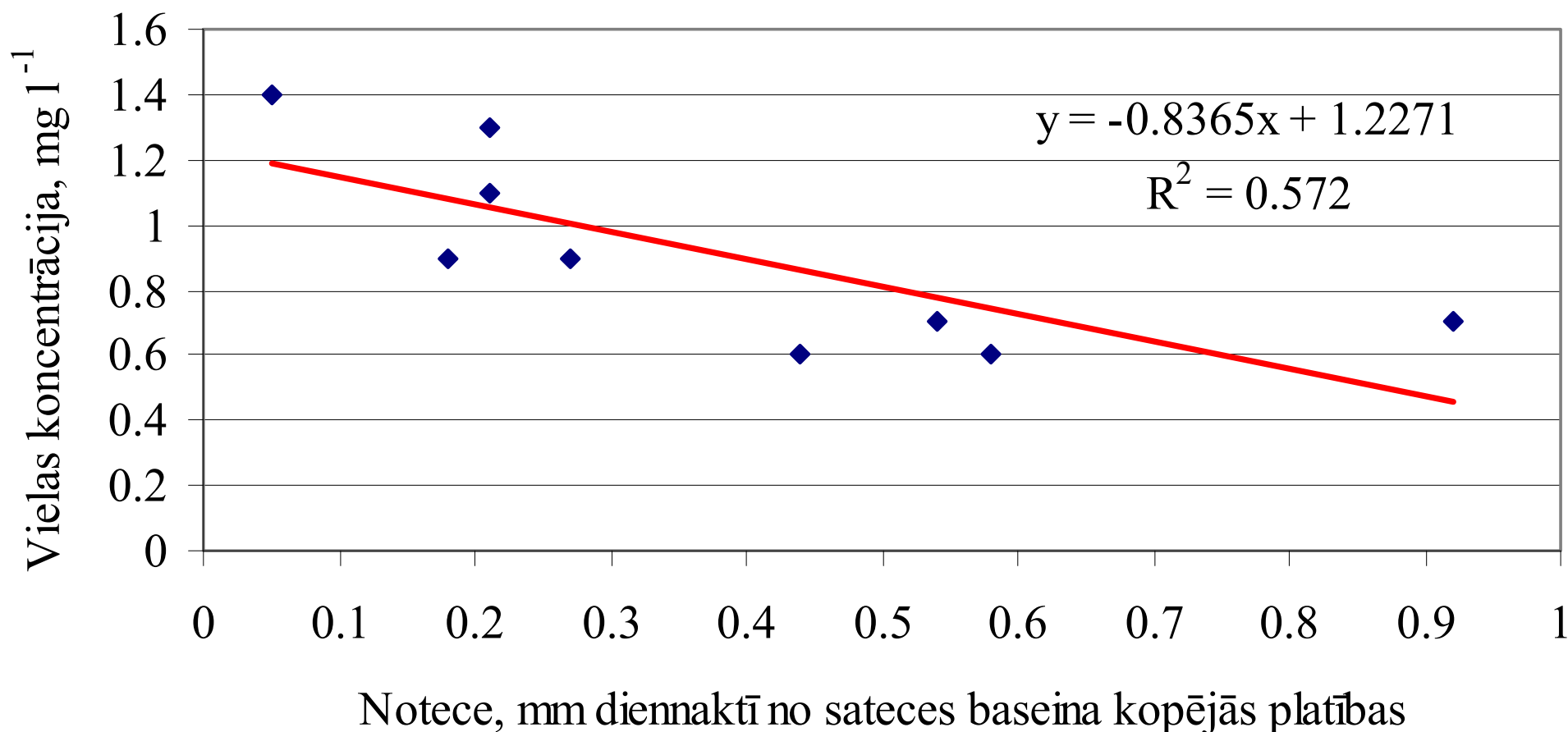
Biogēno elementu noteces no meža zemēm modeļu izstrāde



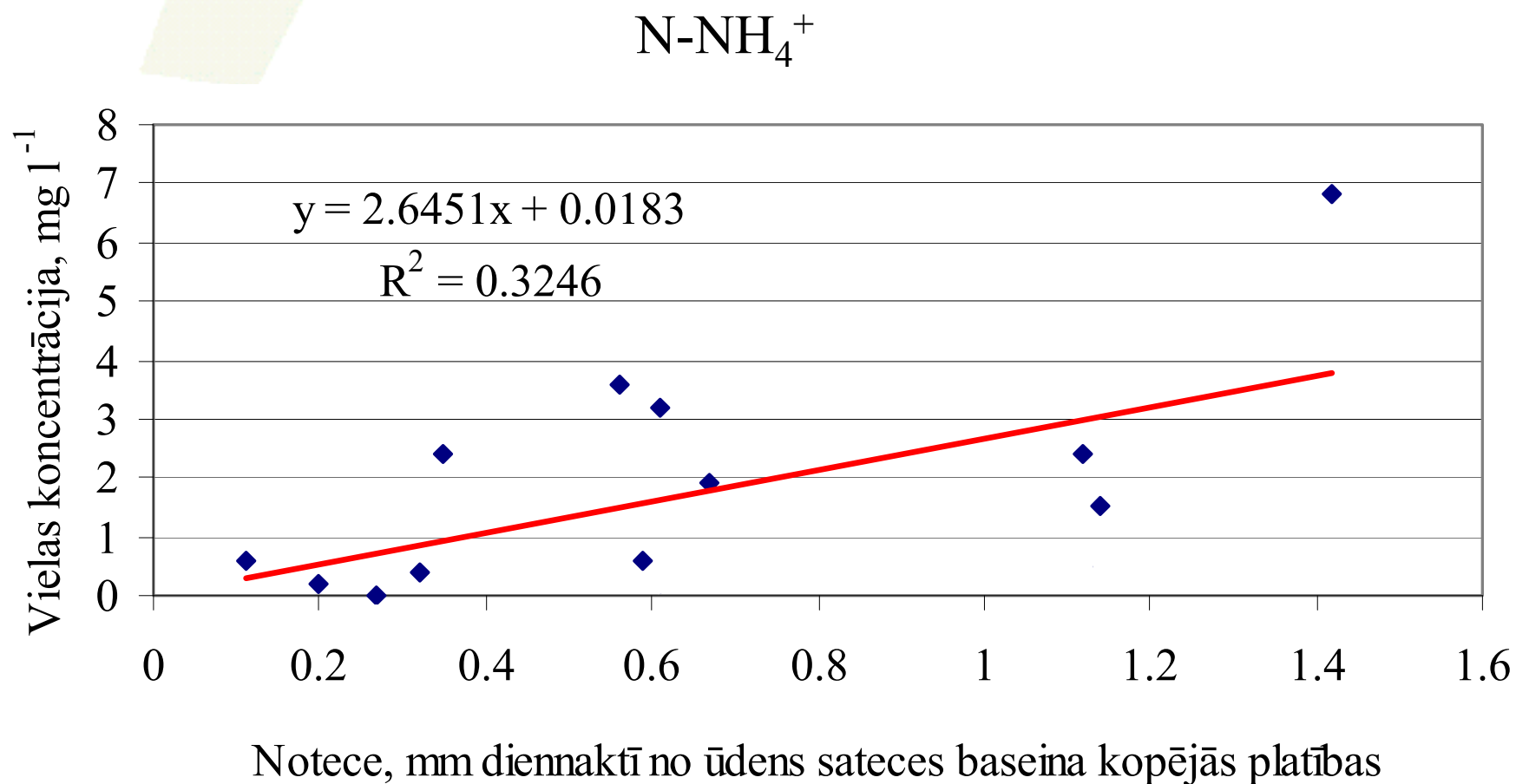
Galvenā nozīme biogēno elementu izneses veidošanā ir ūdens noteces apjomam, jo vielas var tikt iznestas tikai ar ūdens plūsmu. Hidroloģisko gadu noteču sadalījums būtiski neatšķiras no normālā sadalījuma. Tas nozīmē, ka vielu iznešu aprēķinos iespējams izmantot noteču vidējās vērtības



**Parasti, līdz ar noteces apjoma palielināšanos
nosusināšanas grāvī, vielas koncentrācija ūdenī
samazinās.**

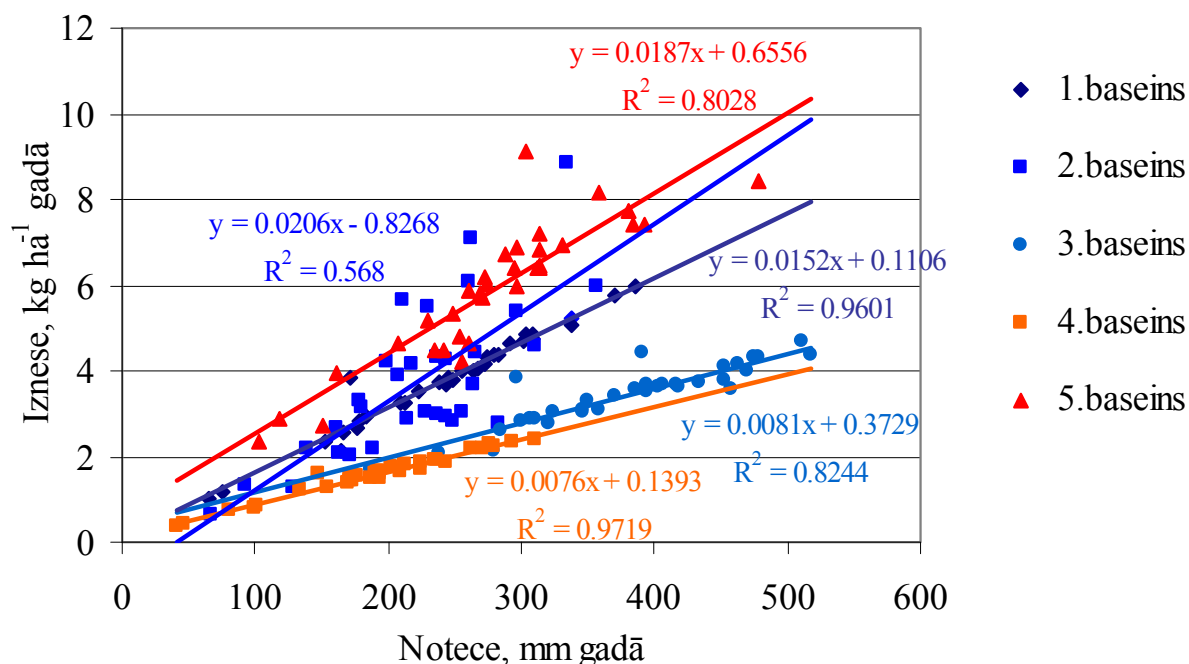


Tomēr iespējama arī situācija, ka, līdz ar noteces apjoma palielināšanos grāvī, vielas koncentrācija ūdenī palielinās.

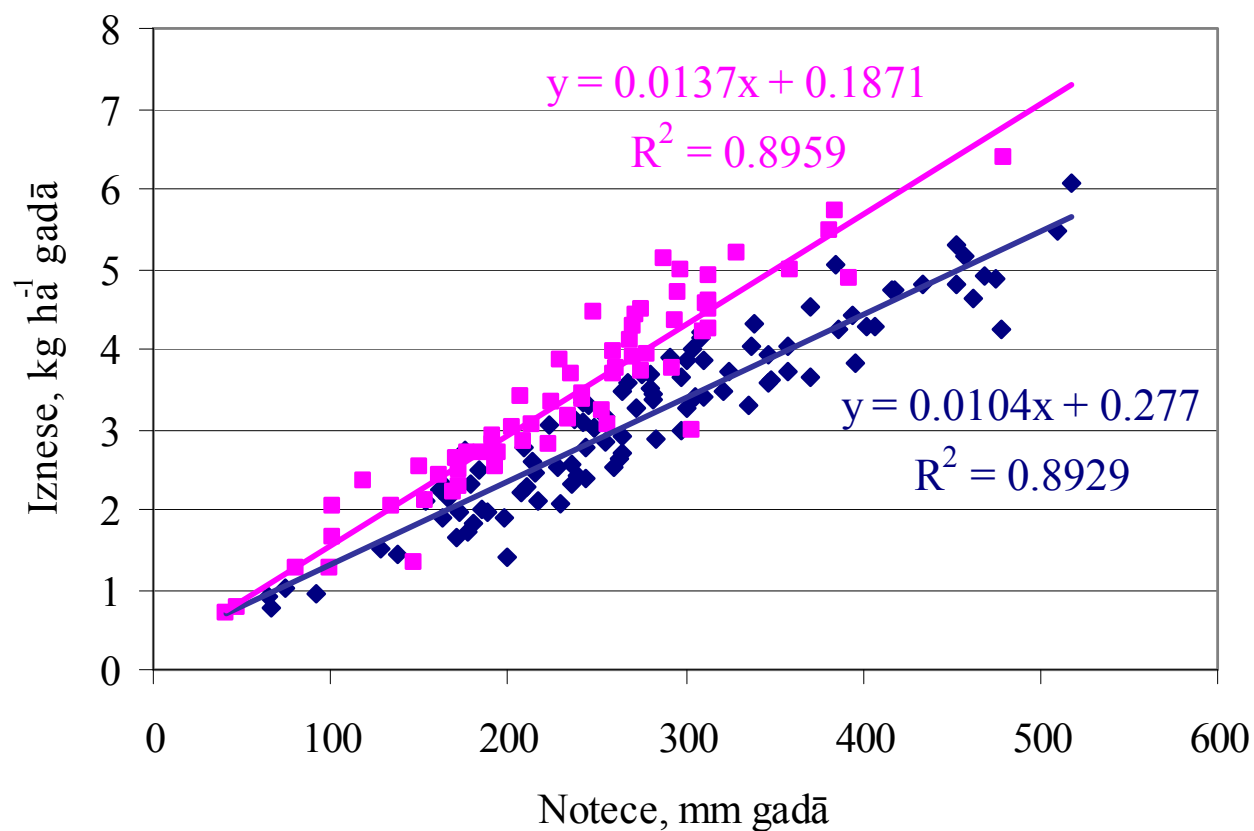


Izmantojot informāciju par gada noteces apjomu un barības vielu iznesi, katrai pētītajai vielai sastādīts barības vielu izneses modelis lineārās regresijas vienādojuma formā, kas izmantojams barības vielu izneses noteikšanai notecē, vienādojumā ievietojot noteces apjomu no interesējošās teritorijas.

Ar atšķirīgas krāsas punktiem attēlotas izneses no Vesetnieku stacionāra ūdens baseiniem. 1., 2. un 3. baseini – meži ar nosusinātām kūdras augsnēm. 4. un 5. baseini – meži ar nosusinātām minerālaugsnēm.

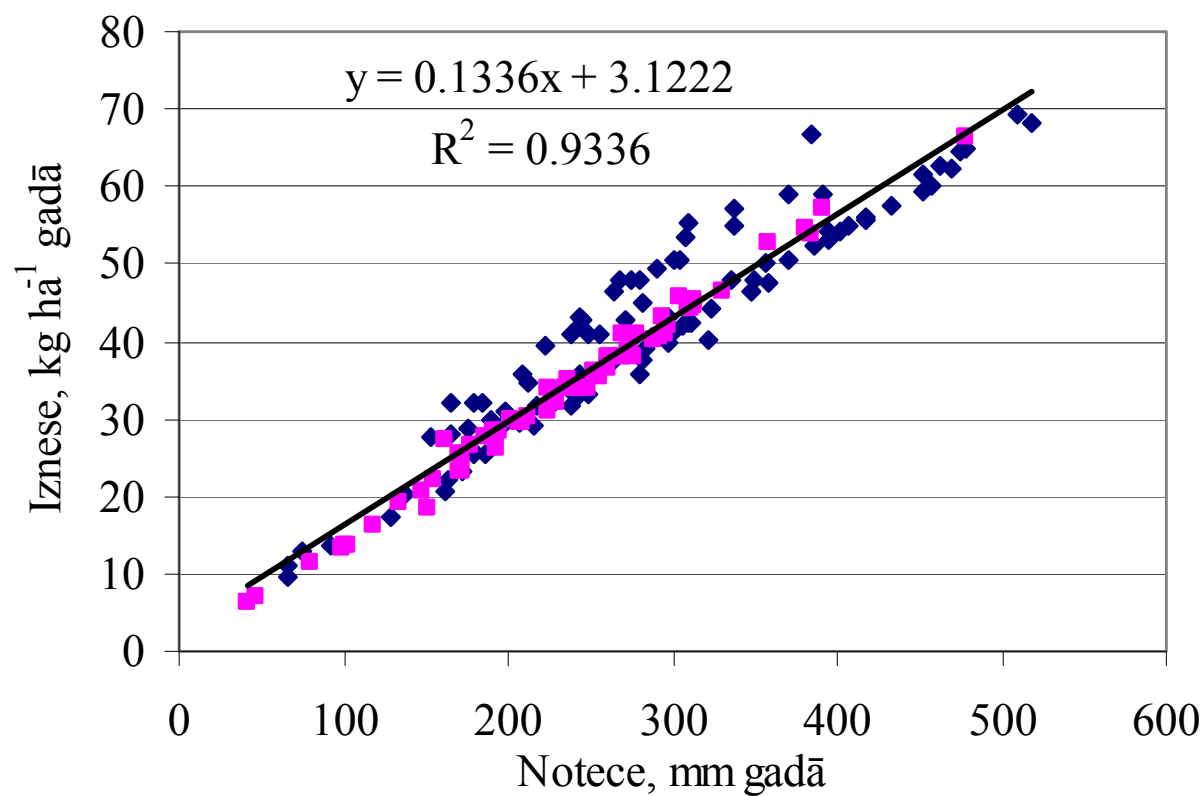


**N-NH₄⁺ izneses
modelis**



- ◆ Meži ar nosusinātām kūdras augsnēm (1., 2. un 3. baseini)
- Meži ar nosusinātām minerālaugsnēm (4. un 5. baseini)

K⁺ izneses modelis

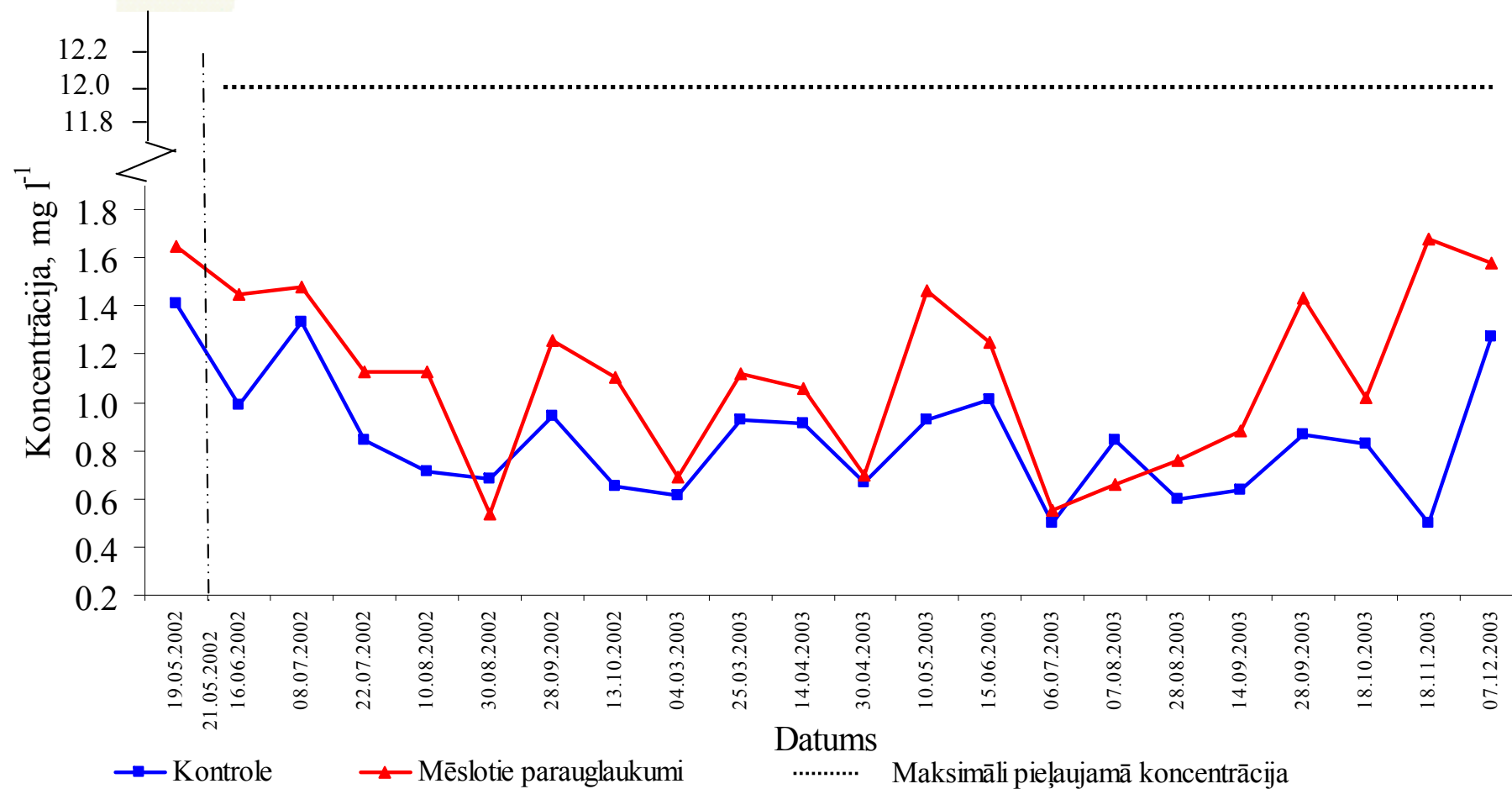


Mg²⁺ izneses modelis.

Meža mēslošana ar koksnes pelniem



K⁺ daudzums augsnes gruntsūdenī



Secinājumi



1. Mūsu pētījumi eksperimentālajos parauglaukumos apstiprina līdzšinējās atziņas, ka meža hidrotehniskā meliorācija ir visefektīvākais meža ražības un produktivitātes paaugstināšanas paņēmiens Latvijā. Četrdesmit sešu laikā pēc pārpurvoto mežu nosusināšanas mežaudžu krāja ir pieaugusi no $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ līdz $312 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Koksnes tekošais pieaugums laikā pēc meliorācijas vienmēr bijis lielāks kokaudzes intensīvāk nosusinātajā daļā grāvja malā, kā rezultātā parauglaukumos grāvju malā krāja vēl joprojām ir lielāka salīdzinājumā ar parauglaukumiem vidū starp grāvjiem.
2. Gada laikā ar nokrišņiem augsnē nonākušo N-NH_4^+ , N-NO_3^- un P-PO_4^{3-} daudzums ir lielāks klajumā, bet K^+ , Ca^{2+} un Mg^{2+} daudzums – ūdenī, kas izplūdis cauri koku vainagu klājam.
3. Lielāks augiem viegli pieejamā N-NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} un Mg^{2+} daudzums kūdrā konstatēts intensīvi nosusinātos mežos, bet N-NO_3^- un P-PO_4^{3-} - nenosusinātā pārejas purvā.

Secinājumi



4. Kūdreņu meža tipi un ar tiem saistītā meža ražība atspoguļo pazemes spiedes ūdeņu izkīlēšanās ietekmi. Ca^{2+} un Mg^{2+} jonu koncentrācija augsnes gruntsūdeņos ir augstāka platībās ar lielāku pjezometrisko līmeņu gradientu. Platības ar lielāku gradientu atbilst šaurlapju kūdreņa meža tipam, bet ar mazāku gradientu – mētru kūdreņa meža tipam.
5. Nosusināto mežaudžu gruntsūdeņos konstatēts ievērojami mazāks biogēno elementu saturs salīdzinājumā ar nenosusinātu pārejas purvu, kas norāda, ka koki tos intensīvāk izmanto pieauguma veidošanā. Turpretī kūdras augsnes pilnanalīzes uzrāda ievērojami lielākus N, P, Ca un Mg krājumus nosusināto mežu kūdrā salīdzinājumā ar kūdras virsējiem slāņiem nenosusinātā pārejas purvā, tādējādi apliecinot meža ekosistēmas paaugstinātās spējas uzkrāt biogēnos elementus.
6. Laika gaitā pēc meliorācijas augsnes gruntsūdeņos konstatēta N-NO_3^- daudzuma palielināšanās augsnes gruntsūdeņos no 0.1 mg l^{-1} līdz 0.5 mg l^{-1} , kā arī pH izmaiņas no 5.9 līdz 6.7; pārējo elementu daudzuma izmaiņas nav būtiskas.

Secinājumi



7. Vielu koncentrācija (mg l^{-1}) grāvju ūdenī vairumā gadījumu negatīvi korelē ar noteces intensitāti, jo pie lielāka ūdens apjoma tās atšķaidās. Tomēr N-NH_4^+ koncentrācija ūdenī pavasarī signifikanti pozitīvi korelē ($r = + 0.57$ pie $r^2_{0.05; 14} = 0.32$) ar noteces intensitāti. Tas iespējams izskaidrojams ar intensīvāku amonija slāpekļa izskalošanos no kūdras virsējiem horizontiem pie augstāka gruntsūdens līmeņa.
8. Biogēno elementu daudzums nosusināto mežu grāvju un sausieņu mežu strautu noplūstošajā ūdenī statistiski būtiski neatšķiras. Tomēr Ca^{2+} , Mg^{2+} jonu un, it sevišķi N-NH_4^+ , koncentrāciju absolūtās vērtības ir lielākas nosusināto mežu grāvjos kūdreņu meža tipos, kur vērojama arī bāziskāka ūdens aktīvā reakcija pH. Turpretī N-NO_3^- , P-PO_4^{3-} un K^+ daudzuma absolūtās vērtības ir lielākas objektā baltalkšņu audzē sausieņu mežos.

Secinājumi



9. Mūsu datu salīdzinājums ar citu autoru pētījumu rezultātiem liecina, ka slāpekļa notece no lauksaimniecības zemēm ir 3 reizes lielāka nekā no nosusinātajiem mežiem un 29 reizes lielāka nekā no sausieņu mežiem, bet fosfora notece 3 reizes lielāka nekā no nosusinātajiem mežiem un 14 reizes lielāka nekā no sausieņu mežiem. Noteces atšķirības starp kūdreņiem un sausieņu mežiem izskaidrojamas ar neizsīkstošo ūdens plūsmu kūdreņos arī vasaras sausuma periodos.
10. N-NH_4^+ , N-NO_3^- , P-PO_4^{3-} un K^+ ienese nosusināto mežu ekosistēmā ar atmosfēras nokrišņiem pārsniedz šo vielu iznesi pa nosusināšanas grāvjiem, kas norāda uz šo vielu akumulāciju meža ekosistēmā. Turpretī Ca^{2+} un Mg^{2+} jonu iznese ar grāvju noteci kūdreņos vairākkārt pārsniedz šo vielu ienesi ar nokrišņu ūdeni. Biogēno elementu aprite nosusinātajos mežos hidroekoloģijas sakarā liecina, ka ekosistēma barības vielu krājumus racionāli izmanto koksnes pieauguma veidošanā.

Secinājumi



11. Lielas koksnes pelnu mēslojuma devas – 50 tonnas ha⁻¹ iestrāde pagaidām nav izraisījusi nozīmīgu biogēno elementu daudzuma un pH palielināšanos gruntsūdenī. Elementu koncentrācijas atrodas zem ūdens kvalitātes normās norādītajām vērtībām.

Priekšlikumi



1. Ievērojot sugu un biotopu aizsardzības prasības, kā arī katram meža tipam paredzētos nosusināšanas grāvju atstatumus, atbilstošos meža tipos Latvijā arī turpmāk veicama meža hidrotehniskā meliorācija kā meža ražību paaugstinošs mežsaimniecisks pasākums.
2. Valsts teritorijā jau esošajos un potenciālajos meža meliorācijas objektos veicama inventarizācija, daudzpusīgi izvērtējot jaunas nosusināšanas vai vecās nosusināšanas sistēmas atjaunošanas lietderību katrai konkrētajai teritorijai.
3. Praktiskajā mežsaimniecībā kā ekoloģiski nekaitīgs ir ieteicams koksnes pelnu mēslojums nosusinātos mežos ar kūdras augsnēm briestaudžu vecumā, kam daudzos pētījumos bijusi nozīme ievērojamā mazražīgu audžu ražības uzlabošanā.